

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

Кафедра Мікро- та наноелектроніки  
(найменування кафедри)

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ПРОГРАМНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ**

(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 26.08.2020 р.

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	ППВ 04 Програмне керування процесами Навчальна дисципліна вибіркового компонента циклу професійної підготовки
<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: 0952394162, 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 90 годин <b>кредитів</b> – 3 кредити ЄКТС <b>розподіл годин:</b> 14 годин лекційних, 14 годин лабораторних, 60 годин самостійна робота, <b>вид контролю</b> – залік
<b>Консультації</b>	Згідно з графіком консультацій
<b>2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни</b>	
<b>Пререквізити</b> <b>Дисципліни:</b> «Основи метрології та інформаційно-вимірювальної техніки», «Математичні пакети прикладних програм».	
<b>Постреквізити</b> <b>Дисципліна:</b> «Проектування вимірювальних систем».	
<b>3. Характеристика навчальної дисципліни</b>	
<p>Програмне керування процесами (ПКП) – це курс теоретично-практичного спрямування, що поєднує в собі теорію автоматичного керування (ТАК) із її практичним застосуванням при проектуванні оптимальних автоматизованих систем (АС).</p> <p>Вивчення навчальної дисциплін «Програмне керування процесами» дозволить студентові приймати обґрунтовані рішення при подальшому проектуванні АС, зокрема, систем автоматичного керування (САК), регулювання (САР) та інформаційно-вимірювальних систем (ІВС).</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати <b>загальні компетентності:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях;</li> <li>- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;</li> <li>- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;</li> <li>- здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел;</li> <li>- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями,</li> </ul> <p><b>фахові компетентності:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи;</li> <li>- здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки;</li> <li>- здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань.</li> </ul> <p><b>Очікувані програмні результати навчання:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки;</li> <li>❖ розуміти застосування методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а</li> </ul>	

<p>також обмежень їх використання;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів, в тому числі шляхом математичного моделювання;</li> <li>❖ вільно володіти термінологічною базою спеціальності, розуміти науково-технічну документацію державної метрологічної системи України, міжнародні та міждержавні рекомендації та настанови за спеціальністю;</li> <li>❖ здатність до розробки автоматизованих систем вимірювання та контролю на основі промислових контролерів та інтелектуальних реле.</li> </ul>
---

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

підготовка спеціалістів, що зрозуміли і засвоїли основні поняття в галузі теорії керування процесами, для оптимального проектування систем автоматичного керування, інформаційно-вимірювальних систем в тому числі.

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

**Пізнавальні** – освоєння принципів програмного керування процесами в автоматизованих системах.

**Практичні** – сформулювати практичні навички побудови засобів та методів програмного керування процесами, в тому числі в інформаційно-вимірювальних системах (ІВС).

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

##### **Модуль 1. Змістовий модуль 1. *Основні поняття програмного керування***

###### **Вступ.**

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

###### **Тема 1. *Основи теорії автоматичного керування (ТАК).***

Класифікація об'єктів регулювання: за видом регульованої величини, за характером матеріальних і енергетичних внутрішніх зв'язків, за призначенням, за динамічними властивостями. Об'єкти з зосередженими і розподіленими параметрами. Властивості об'єктів автоматичного регулювання, їх вхідні та вихідні величини. Збурення.

Поняття регулювання, керування, об'єкта регулювання, збурення, впливи, відхилення, уставки тощо. Ступені автоматизації: часткова, комплексна і повна. Ручне регулювання. Автоматичне регулювання. Аналогові та дискретні системи автоматичного регулювання.

###### **Тема 2. *Загальні принципи регулювання та керування процесами***

Поняття процесу. Процес як зміна стаціонарних станів.

Принципи керування та регулювання. Основні принципи побудови систем автоматичного регулювання та керування: принцип за відхиленням, принцип за збуренням. Розімкнуті, замкнуті та комбіновані системи автоматичного регулювання. Циркуляція інформації в системах автоматичного регулювання. Розподілення функцій керування між апаратною та програмною частинами автоматизованої системи.

Принципи програмного керування.

###### **Тема 3. *Класифікація регуляторів***

Класифікація регуляторів. Регулятори прямої дії. Будова та принцип дії регуляторів прямої дії, способи встановлення завдання регуляторам. Статична характеристика системи регулювання. Лінійні та нелінійні закони регулювання. Регулятори дискретної дії: релейні та імпульсні. Система двопозиційного регулювання рівня рідини. Статична характеристика двопозиційного регулятора з зоною нечутливості та без неї. Статична характеристика

трипозиційного регулятора. Вплив зони нечутливості на роботу виконавчого механізму/актуатору і регулюючого органу та на точність регулювання.

Аперіодична та коливна ланки другого порядку, їх часові функції та частотні характеристики. Знаходження параметрів ланок другого порядку. Ланка запізнення та її характеристики.

## **Модуль 2. Змістовний модуль 2. Дослідження принципів керування процесами**

### **Тема 4. Принципи регулювання в автоматизованих системах**

Пропорційна ланка. Аперіодична ланка першого порядку, її часові функції та частотні характеристики. Знаходження параметрів аперіодичної ланки першого порядку.

Основні властивості, переваги і недоліки пропорційних та інтегральних регуляторів. Час інтегрування. Пропорційно-інтегральні регулятори. Функція передачі, статична і динамічна характеристики пропорційно-інтегрального регулятора. Настроювальні параметри регуляторів. Означення часу ізодрому Пропорційно-диференціальні регулятори. Час диференціювання, або час випередження, його означення. Функція передачі та структурне представлення пропорційно-диференціального регулятора, його фізичний зміст.

Лінійні закони регулювання. Інтегрувальна, пропорційна та диференціювальна ланки (ідеальна та реальна) ланка, їх часові та частотні характеристики. Функція передачі, статична і динамічна характеристики. Границі пропорційності, їх означення та фізичний зміст.

Пропорційно-інтегрально-диференціальні регулятори (ПІД – регулятори). Функція передачі та структурне представлення ПІД регулятора. Регулятори із змінною структурою.

### **Тема 5. Дослідження принципів керування в САР та САК**

Автоматизоване проектування та дослідження лінійних та нелінійних систем за допомогою ПЕОМ (інструментарій Simulink в середовищі MatLab, 20-Sim, VisSim тощо).

Методи аналіз динаміки та малосигнальний (частотний) аналіз. Математичні моделі об'єктів регулювання. Апроксимація реальних об'єктів типовими ланками. Побудова систем автоматичного вимірювання із різними законами регулювання. Типові закони регулювання промислових автоматичних регуляторів: П-, І-, ПІ-, ПД-, ПІД-, їх функції передачі та перехідні функції, структурні схеми. Побудова ПІД-регуляторів на базі мікропроцесорних систем.

Визначення закону регулювання. Розрахунок оптимальних настроювальних параметрів регулятора. Інженерні методи оцінки та розрахунку настройки регуляторів. Обґрунтування та вибір принципу керування. Розрахунок показників надійності ІВС.

Наближені методи розрахунку параметрів регуляторів. Аналітичні методи. Розрахунок параметрів настроювання регуляторів методом розширених частотних характеристик на заданий запас стійкості.

Методи дослідження нелінійних систем автоматичного керування. Формування законів керування.

### **Тема 6. Підвищення якості керування**

Стійкість лінійних динамічних систем. Визначення стійкості динамічних систем. Системи стійкі, нестійкі і ті, що перебувають на межі стійкості. Аналітичне формулювання умов стійкості. Аналіз якості процесу регулювання на основі розміщення коренів характеристичного рівняння системи. Ступінь стійкості системи, його зв'язок з часом перехідного процесу. Знаходження ступеня стійкості систем.

Оптимальні значення параметрів автоматичних регуляторів. Методологія знаходження значень настроювальних параметрів регуляторів.

Оптимальний синтез САР та САК в програмах автоматизованого інжинірингу (САЕ). Методи оптимального розрахунку САР. Системи автоматизованого проектування САР (20-sim, VisSim, SIMULINK). Розгляд питань на залік.

## **7. План вивчення навчальної дисципліни**

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Вступ. Основи теорії автоматичного керування (ТАК)	лекція	2
2	Аналіз бібліотеки регуляторів в САЕ	лабораторна	2
3	Загальні принципи регулювання та керування процесами	лекція	2
4	Синтез регуляторів в САЕ	лабораторна	2
5	Класифікація регуляторів	лекція	2
6	Синтез PID-регулятора в 20-sim	лабораторна	2
7	Ланки САР та САК	лекція	2
7	Основні поняття програмного керування	тестування	
8	Оптимізація керування в САЕ	лабораторна	2
9	Принципи регулювання в автоматизованих системах	лекція	2
10	Аналіз бібліотеки регуляторів в САД	лабораторна	2
11	Дослідження принципів керування в САР та САК	лекція	2
12	Синтез та аналіз лінійної САК в Micro Cap	лабораторна	2
13	Підвищення якості керування процесами	лекція	2
14	Дослідження базису для моделювання систем в САД та в САЕ	лабораторна	2
15	Дослідження принципів керування процесами	тестування	

### 8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1, 2	Основи теорії автоматичного керування (ТАК)	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	7	Усне опитування на лекції.
3, 4	Загальні принципи регулювання та керування процесами	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	7	Усне опитування на лекції.
5, 6	Класифікація регуляторів	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	6	Усне опитування на лекції.
7	Змістовий модуль 1. Основні поняття програмного керування	Підготовка до тестування.	5	Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання (тест 1).
8, 9	Принципи регулювання в автоматизованих системах	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	6	Усне опитування на лекції.
10,11	Дослідження принципів керування в САР та САК	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	7	Усне опитування на лекції.
12, 13	Підвищення якості керування	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	7	Усне опитування на лекції.
14	Дослідження принципів керування процесами	Підготовка до тестування.	7	Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання (тест 2).

15	Підсумковий контроль	Підготовка до заліку.	2	Залік, в тому числі в системі дистанційного навчання
----	----------------------	-----------------------	---	--

**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=2226>;
- 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/проекту, 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

Оцінки «зараховано» заслугоує 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 оцінюється до 30 балів (3 лабораторні роботи по 30 балів = 90 балів);
- тестування/АКР за тематикою змістовного модуля – до 10 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 35 балів (2 лабораторні роботи по 35 балів = 70 балів);
- тестування/АКР за тематикою змістовного модуля – до 20 балів.
- виконання індивідуальної роботи впродовж змістовного модуля (усно, письмово – за бажанням) – до 10 балів.

Підсумковий контроль визначається як середня контролів за два змістовні модулі.

Якщо студент додатково складає залік, то оцінювання на заліку враховує наступні критерії:

- студент отримує два питання, які потребують змістовної відповіді, кожне з них оцінюється від 0 до 50 балів;
- 50-40 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.
- 39-29 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття або поверхово проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.
- 28-18 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.
- 17-0 балів отримують студенти, які частково і поверхово визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістовних модулів та заліку.

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

Під час підсумкового контролю (заліку) враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті двох лабораторних робіт студента оцінюється до 30 балів кожна;
- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті індивідуальної роботи студента оцінюється до 20 балів;
- два тестування в системі Moodle (до 10 балів кожен).

## **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 сформувавши загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=2226>) 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\\_protseesu.pdf](https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_organizatsiyu_osvitnoho_protseesu.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.