

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-вимірвальна техніка
(найменування спеціальності)

Галузь знань:

15 Автоматизація та приладобудування
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти:

бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

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

Протокол №1 від 17.08.2021 р.

м. Запоріжжя 2021

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Програмне керування процесами Навчальна дисципліна вибіркової компоненти
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Викладач	Василенко О. В., к.т.н., доцент, доцент кафедри 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 135 годин кредитів – 4,5 кредити ЄКТС розподіл годин: 30 годин лекційних, 14 годин лабораторних, 14 годин практичних, 77 годин самостійна робота, вид контролю – екзамен
Консультації	Згідно з графіком консультацій https://zp.edu.ua/kafedra-mikro-ta-nanoelektroniki
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Пререквізити Дисципліни: «Українська мова», «Теорія електричних і електронних кіл», «Обчислювальна техніка та програмування» Постреквізити Дисципліна: «Проектування вимірювальних систем»	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
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). Вивчення навчальної дисциплін «Програмне керування процесами» дозволить студентів приймати обґрунтовані рішення при подальшому проектуванні АС, зокрема, систем автоматичного керування (САК), регулювання (САР) та інформаційно-вимірювальних систем (ІВС). У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати загальні компетентності: 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. фахові компетентності: К14. Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи. К16. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань. К17. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструювання модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів. Очікувані програмні результати навчання: ПРО2. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту. ПРО6. 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.

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 основні поняття в галузі теорії керування процесами. Це дозволить майбутнім спеціалістам приймати оптимальні схемні рішення при автоматизованому проектуванні пристроїв та систем вимірювальної техніки. В результаті вивчення дисципліни студенти мають навчитися вибирати по критеріям необхідне програмне та апаратне забезпечення для оптимального керування процесами, зокрема, технологічними.

5. Завдання вивчення дисципліни

Пізнавальні – освоєння принципів програмного керування процесами в автоматизованих системах.

Практичні – сформувати 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. Основні поняття та визначення дисципліни. Контрольні заходи. Організаційні питання. Література.

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.

ПІД-регулятори та їх застосування для керування процесами.

Модуль 2. Змістовий модуль 2. Дослідження принципів керування процесами

Тема 4. Принципи регулювання в автоматизованих системах

Пропорційна ланка. Аперіодична ланка першого порядку, її часові функції та частотні хара-

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 аналізу 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 (CAE). Методи оптимального розрахунку САР. Системи автоматизованого проектування САР (20-sim, VisSim, SIMULINK).

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Аналіз бібліотеки регуляторів в САЕ	лабораторна	2
2	Основи теорії автоматичного керування (ТАК)	лекція	2
2	Задачі теорії автоматичного керування	Практичне заняття	2
3	Загальні принципи регулювання та керування процесами	лекція	2
3	Синтез регуляторів в САЕ	лабораторна	2
4	Класифікація регуляторів	лекція	2
4	Задачі теорії автоматичного керування	Практичне заняття	2
5	Ланки САР та САК	лекція	
5	Синтез PID-регулятора в 20-sim	лабораторна	2

6	Основні властивості, переваги і недоліки регуляторів	лекція	2
6	Інженерні методи оцінки та розрахунку настройки регуляторів	Практичне заняття	2
7	Змістовий модуль 1	тестування	1
7	Основні поняття програмного керування	лекція	2
7	Оптимізація керування в САЕ	лабораторна	2
8	Принципи регулювання в автоматизованих системах	лекція	2
8	Математичні моделі об'єктів регулювання.	Практичне заняття	2
9	Дослідження принципів керування в САР та САК	лекція	2
9	Аналіз бібліотеки регуляторів в САД	лабораторна	2
10	Побудова ПІД-регуляторів на базі мікропроцесорних систем.	лекція	2
10	Розрахунок коефіцієнтів ПІД-регуляторів	Практичне заняття	2
11	Дослідження базису для моделювання систем в САД та в САЕ	лекція	2
11	Синтез та аналіз лінійної САК в Micro Cap	лабораторна	2
12	Методи дослідження нелінійних систем автоматичного керування.	лекція	2
12	Визначення стійкості динамічних систем	Практичне заняття	2
13	Підвищення якості керування	лекція	2
13	Оптимальний синтез САР	лабораторна	2
14	Підвищення якості керування процесами	лекція	2
14	Методологія знаходження значень настроювальних параметрів регуляторів.	Практичне заняття	2
15	Змістовий модуль 2	тестування	1

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.
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
15	Підсумковий контроль	Підготовка до екзамену.	2	Екзамен, 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=4600>;
- 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 іспит за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому трьох змістових модулів та іспиту.

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). Оцінка «відмінно» виставляється студентові за повне та відмінне виконання завдання без, або з незначною помилкою. Оцінка «добре» – за правильне виконання завдання але з деякими помилками. Оцінка «задовільно» – за виконання завдання в достатньому обсязі зі значною кількістю недоліків, або в мінімальному обсязі. Оцінка «незадовільно» виставляється студентові, який не виконав завдання або його обсяг недостатній та містить грубі помилки.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), 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 змістовий модуль оцінюється за 100- бальною шкалою.

Під час контролю по першому змістовому модулю враховуються наступні види робіт та від-

повідні критерії:

Під час контролю по першому змістовому 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);
- робота на практичних заняттях оцінюється до 10 балів (4 практичних заняття по 10 балів = 40 балів);
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 30 балів.

Під час контролю по другому змістовому 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);
- робота на практичних заняттях оцінюється до 10 балів (3 практичних заняття по 10 балів = 30 балів);
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 30 балів.

Підсумковий контроль визначається як середня двох контролів за змістові модулі.

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

1. Студент отримує два теоретичних питання, які потребують змістової 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 розробки систем керування, яке оцінюється в 40 балів максимум.
 - 40-35 балів отримують студенти, які правильно обрали концептуальну модель керування, розробили алгоритм, структурну схему, підібрали апаратне забезпечення;
 - 34-30 балів отримують студенти, які правильно обрали концептуальну модель керування, розробили алгоритм;
 - 29-20 балів отримують студенти, які зробили суттєві помилки на етапі структурного та концептуального синтезу системи, не змогли запропонувати алгоритм керування;
 - 19-0 балів отримують студенти, які зробили суттєві помилки на етапі синтезу та не отримали подальших проєктних рішень.

В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістових модулів та іспиту.

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

Під час підсумкового контролю (іспиту) 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;
- 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. Надати 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 сформувати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (сервіс Moodle) 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.

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 в Положенні 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.