

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

**Кафедра** електропривода та автоматизації промислових установок  
(найменування кафедри)

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ППВ08 - Проектування систем керування (ПСК)  
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів  
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 173 Авіоніка

(найменування спеціальності)

Галузь знань: 17 Електроніка та телекомунікації

(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: Бакалавр

(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри  
Електропривода і автоматизації  
промислових установок  
(найменування кафедри)

Протокол № 1 від 25.08.2020 р.

м. Запоріжжя 2020

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	<i>ППВ 08 – Проектування систем керування (ПСК) (вибіркова)</i>
<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Перший (бакалаврський) рівень</i>
<b>Викладач</b>	<i>Казурова Аліна Євгенівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електропривода і автоматизації промислових установок</i>
<b>Контактна інформація викладача</b>	<i>7698313, <a href="mailto:kazurova@zp.edu.ua">kazurova@zp.edu.ua</a></i>
<b>Час і місце проведення навчальної дисципліни</b>	<i>523, 524, 529 ауд.</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>195 годин, 6,5 кредитів, розподіл годин: лекції – 36 год., лабораторні – 18 год., самостійна робота – 96 год., індивідуальні завдання (курсний проєкт) – 45 год.; вид контролю – залік</i>
<b>Консультації</b>	<i>Згідно з графіком консультацій</i>
<b>2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни</b>	
<p>Вивчення дисципліни «Проектування систем керування» базується на дисциплінах бакалаврського рівня: Теорія автоматичного керування, Основи моделювання систем керування, Приводи систем керування, Інформаційно-вимірювальні пристрої, Інтегровані комп'ютерні технології проектування.</p> <p>В свою чергу, дисципліна «Проектування систем керування» є базовою для дипломного проектування та подальшої підготовки вищих ОКР.</p>	
<b>3. Характеристика навчальної дисципліни</b>	
<p>Проектування систем керування відіграє важливу роль в сучасних технологічних системах. Вигоди від вдосконалення систем керування полягають у підвищенні якості виробу, зменшенні споживання енергії, мінімізації матеріальних витрат, підвищенні рівня безпеки та скороченні забруднення навколишнього середовища. Все це вказує на важливість вивчення такої дисципліни, як «Проектування систем керування» при підготовці фахівців з електротехнічних комплексів та систем літальних апаратів.</p> <p>При вивченні цієї дисципліни студент набуває наступних компетентностей.</p> <p><b>Загальні компетентності:</b> здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1), здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації (ЗК2), вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК3).</p> <p><b>Фахові компетентності:</b> здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів (ФК4); здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів (ФК6); здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу (ФК10).</p> <p><b>Результати навчання:</b> автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності (РН2); організовувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності (РН5); критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності (РН6); розробляти технічні вимоги до систем та пристроїв авіоніки; здійснювати проектування систем та пристроїв авіоніки з урахуванням вимог замовника та нормативно-технічної документації (РН11); розробляти математичні моделі літальних апаратів як об'єктів керування (РН15).</p>	
<b>4. Мета вивчення навчальної дисципліни</b>	
Опанування студентами методів проектування систем автоматичного керування технологічними об'єктами з використанням сучасних методів проектування та моделювання.	
<b>5. Завдання вивчення дисципліни</b>	
Забезпечення студентів знаннями про методи проектування систем керування різного рівня, навичками у комп'ютерному моделюванні реальних фізичних систем та їх практичного проектування з урахуванням обмежень, що накладаються.	

## 6. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Проектування систем керування» вивчається протягом одного семестру та складається з двох модулів та трьох змістовних модулів. В цих змістовних модулях розкриваються такі теми.

### Модуль 1

#### Змістовий модуль 1. Сигнали та системи

##### Тема 1. Загальна інформація про створення систем керування

- 1.1 Причини розробки систем керування
- 1.2 Види проектування систем керування
- 1.3 Організація систем керування

##### Тема 2. Вступ до принципів зворотного зв'язку

- 2.1 Основна мета керування та формулювання задачі
- 2.2 Рішення задач керування через інверсію
- 2.3 Глибокий зворотний зв'язок та інверсія. Структура із замкненим контуром
- 2.4 Вимірювані величини

##### Тема 3. Моделювання

- 3.1 Математичні моделі та їх створення
- 3.2 Структури математичних моделей
- 3.3 Помилки моделювання
- 3.4 Лінеаризація

##### Тема 4. Безперервні сигнали та системи

- 4.1 Лінійні безперервні моделі та перетворення Лапласа
- 4.2 Передаточні функції та їх стійкість
- 4.3 Полюса, нулі та часові характеристики
- 4.4 Частотні характеристики
- 4.5 Перетворення Фур'є
- 4.6 Найбільш поширені моделі
- 4.7 Помилки моделювання лінійних систем

#### Змістовий модуль 2. Основи SISO-систем керування

##### Тема 1. Аналіз замкнених SISO-систем керування

- 1.1 Структури систем зі зворотним зв'язком
- 1.2 Функції номінальної чутливості
- 1.3 Стійкість та аналіз поліномів
- 1.4 Кореневий годограф
- 1.5 Визначення номінальної стійкості за допомогою частотної характеристики
- 1.6 Відносна стійкість: запаси стійкості та максимальна чутливість
- 1.7 Робастність

##### Тема 2. Класичне ПІД-керування

- 2.1 Структура ПІД-регулятора
- 2.2 Емпіричне налаштування
  - 2.2.1 Метод коливань Зіглера-Нікольса
  - 2.2.2 Методи, що базуються на використанні кривої відгуку процесу
- 2.3 Компенсатори випередження-затримки

##### Тема 3. Синтез SISO-регуляторів

- 3.1 Підбір полінома
- 3.2 Синтез ПІ- та ПІД-регуляторів з точки зору призначення полюсів
- 3.3 Предиктор Сміта

#### Змістовий модуль 3. Проектування SISO-систем керування

##### Тема 1. Фундаментальні обмеження SISO-керування

- 1.1 Датчики
- 1.2 Виконавчі механізми
- 1.3 Збурення
- 1.4 Обмеження, що пов'язані з неточністю моделі
- 1.5 Структурні обмеження
- 1.6 Технічні засоби подолання обмежень

##### Тема 2. Обмеження проекту в частотній області

**Тема 3. Структурні проблеми SISO-систем керування**  
 3.1 Моделі для детермінованих збурень і еталонних впливів  
 3.2 Принцип внутрішньої моделі стосовно збурень  
 3.3 Принцип внутрішньої моделі для відстеження еталонного впливу  
 3.4 Випередження еталонного впливу та збурення  
 3.5 Каскадне керування  
**Тема 4. Робота при наявності обмежень**

### 7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
<b>8 семестр</b>			
1.	Загальна інформація про створення систем керування Вступ до принципів зворотного зв'язку	лекц., лаб., сам., інд.	21
2.	Вступ до принципів зворотного зв'язку Моделювання	лекц., лаб., сам., інд.	22
3.	Безперервні сигнали та системи	лекц., лаб., сам., інд.	22
4.	Аналіз замкнених SISO-систем керування	лекц., лаб., сам., інд.	21
5.	Класичне ПІД-керування	лекц., лаб., сам., інд.	23
6.	Синтез SISO-регуляторів	лекц., лаб., сам., інд.	21
7.	Фундаментальні обмеження SISO-керування	лекц., лаб., сам., інд.	22
8.	Обмеження проєкта в частотній області Структурні проблеми SISO-систем керування	лекц., лаб., сам., інд.	22
9.	Структурні проблеми SISO-систем керування Робота при наявності обмежень	лекц., лаб., сам., інд.	21

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		5	8
1	Загальна інформація про створення систем керування	5	8
2	Вступ до принципів зворотного зв'язку	11	14
3	Моделювання	5	8
4	Безперервні сигнали та системи	11	14
5	Аналіз замкнених SISO-систем керування	10	14
6	Класичне ПІД-керування	12	16
7	Синтез SISO-регуляторів	10	16
8	Фундаментальні обмеження SISO-керування	11	14
9	Обмеження проєкта в частотній області	5	8
10	Структурні проблеми SISO-систем керування	11	14
11	Робота при наявності обмежень	5	10
	Разом	96	136

Консультації – згідно з графіком консультацій.

### 9. Система та критерії оцінювання курсу

*До засобів оцінювання успішності навчання відносяться:*

Для студентів денної форми навчання: письмове і усне опитування на лекціях, аудиторна контрольна робота, виконання та захист лабораторних робіт, захист курсового проєкту, проведення двох рубіжних контролів.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, захист курсового проєкту, виконання та захист лабораторних робіт, усне опитування на консультаціях.

Модуль дисципліни оцінюється за 100-бальною системою.

Оцінювання академічних успіхів студента з дисципліни «Проектування систем керування» здійснюється за такими критеріями та у відповідності до такої методики.

Найменування	Лекції	Лабораторні	Разом
--------------	--------	-------------	-------

завдань	заняття		
	Контрольні роботи на лекціях	Різні види поточного опитування та якість відвідування занять	
Лекції Лекції Лабораторні заняття	40	10	50 100

У відповідності до названих вище норм отримання балів визначається підсумкова модульна оцінка першого рубіжного контролю (РК-1) за 100-бальною шкалою. Якщо студентом відпрацьований перший контроль з оцінкою в межах 60-100 балів, йому присвоюється 50% виконання навчального навантаження дисципліни «Проектування систем керування».

У відповідності до названих вище норм отримання балів визначається підсумкова модульна оцінка другого рубіжного контролю (РК-2) за 100-бальною шкалою. Якщо студентом відпрацьований другий контроль з оцінкою в межах 60-100 балів, йому присвоюється ще 50% виконання навчального навантаження дисципліни і з врахуванням 50% РК-1, йому присвоюється 100% виконання навчального навантаження дисципліни.

У цьому випадку студент звільнюється від складання заліку з дисципліни «Проектування систем керування», а загальна оцінка за знання курсу визначається як середньозважена результатів РК-1 і РК-2.

Студенти, які отримали “незадовільно” з одного РК (РК-1 чи РК-2), складають залік з курсу «Проектування систем керування» під час підсумкового контролю. Ця оцінка і оцінка позитивного РК, як середньозважена, і є заліковою оцінкою.

Оцінка “незадовільно” (менш 60 балів) в одному з РК (РК-1 чи РК-2) може враховуватись при визначенні загальної лише у випадках, коли вона становить не менш ніж 35 балів і є достатньою для забезпечення загальної задовільної оцінки. Окремого рішення не перекладати цей РК не потрібно.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	задовільно	
60-69	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

#### 10. Політика курсу

**Політика щодо дедлайнів та перескладання** – роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

**Політика щодо академічної доброчесності** – списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв).

**Політика щодо відвідування** – відвідування занять є обов’язковим. За об’єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в дистанційній формі за погодженням із деканом факультету).