

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

Кафедра електропривода та автоматизації промислових установок  
(найменування кафедри)

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ППВ08 - Методи автоматизованого проектування  
електротехнічними комплексами (МАПЕТК)  
(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.

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	<i>ППВ 08 – Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами (МАПЕТК) (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 «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами» 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 «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами» є базовою для дипломного проектування та подальшої підготовки вищих ОКР.</p>	
<b>3. Характеристика навчальної дисципліни</b>	
<p>Навчальна дисципліна «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами» займає важливе місце при підготовці фахівців з електротехнічних комплексів та систем літальних апаратів. Оволодіння сучасними методами аналізу та синтезу систем керування електротехнічними комплексами важливо для нашого промислового регіону. Під час вивчення цієї дисципліни студент отримає навички з комп'ютерного моделювання реальних фізичних систем та їх практичного проектування з урахуванням обмежень, що накладаються.</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); організувати 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 теорії і практики сучасних підходів до проектування, розробки,	

реалізації систем керування електротехнічними комплексами.

## **5. Завдання вивчення дисципліни**

Забезпечення студентів знаннями про методи автоматизованого проектування систем керування електротехнічними комплексами, використання сучасних комп'ютерних програм для розробки алгоритмів; обчислювального експерименту, імітаційного моделювання, макетування; аналізу даних, дослідження та візуалізації результатів; аналізу систем зі зворотним зв'язком, розрахунку регуляторів, компенсаторів, предфільтрів, робастних систем керування.

## **6. Зміст навчальної дисципліни**

Навчальна дисципліна «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами» 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.** Математичне моделювання фізичних систем

**Тема 1.** Вступ до систем керування

- 1.1 Історія автоматичного керування
- 1.2 Приклади сучасних систем керування
- 1.3 Автоматична збірка та роботи
- 1.4 Перспективи розвитку систем керування
- 1.5 Технічне проектування та синтез системи керування

**Тема 2.** Математичні моделі фізичних систем у вигляді передаточної функції

- 2.1 Диференціальні рівняння фізичних систем
- 2.2 Передаточні функції лінійних систем. Структурні схеми
- 2.3 Комп'ютерний аналіз систем керування
- 2.4 Моделювання систем керування за допомогою Matlab

**Тема 3.** Математичні моделі фізичних систем у змінних стану

- 3.1 Змінні стану динамічної системи
- 3.2 Зв'язок між передаточною функцією і рівняннями стану
- 3.3 Часові характеристики і перехідна матриця стану
- 3.4 Аналіз моделей в змінних стану за допомогою Matlab

**Тема 4.** Форми опису моделей систем керування та створення моделі системи з використанням Matlab

**Змістовий модуль 2.** Аналіз систем керування зі зворотним зв'язком

**Тема 1.** Характеристики систем керування зі зворотним зв'язком

- 1.1 Розімкнені та замкнуті системи керування
- 1.2 Чутливість систем керування до зміни параметрів
- 1.3 Вплив на перехідну характеристику систем керування
- 1.4 Збурення в системах керування зі зворотним зв'язком
- 1.5 Усталена помилка
- 1.6 Визначення характеристик систем керування за допомогою Matlab

**Тема 2.** Якість систем керування зі зворотним зв'язком

- 2.1 Тестові вхідні сигнали
- 2.2 Зв'язок між перехідною характеристикою та положенням коренів на  $s$ -площині
- 2.3 Оцінка якості
- 2.4 Аналіз якості системи керування за допомогою Matlab та Simulink

**Тема 3.** Стійкість систем керування зі зворотним зв'язком

- 3.1 Поняття стійкості
- 3.2 Відносна стійкість систем керування зі зворотним зв'язком
- 3.3 Стійкість систем, що описуються змінними стану
- 3.4 Аналіз стійкості за допомогою Matlab

**Змістовий модуль 3.** Синтез систем керування зі зворотним зв'язком. Робастні системи керування

**Тема 1.** Метод кореневого годографа

- 1.1 Поняття кореневого годографа та його основні властивості

1.2 Аналіз і синтез системи керування за допомогою метода кореневого годографа

1.3 Чутливість системи та кореневий годограф

1.4 Триканальні (ПД) регулятори

1.5 Побудова кореневого годографа за допомогою Matlab

**Тема 2. Метод частотних характеристик**

2.1 Графіки частотних характеристик

2.2 Вимірювання частотних характеристик

2.3 Вимоги до якості системи в частотній області

2.4 Використання Matlab у методі частотних характеристик

**Тема 3. Синтез систем керування зі зворотним зв'язком**

3.1 Підходи до синтезу систем

3.2 Схеми послідовної корекції

3.3 Корекція з випередженням за фазою

3.4 Корекція з відставанням за фазою

3.5 Синтез з фільтром, що передує

3.6 Синтез систем з аперіодичною реакцією

3.7 Синтез систем за допомогою Matlab

3.8 Синтез систем зі зворотним зв'язком за станом

3.8.1 Керованість та спостережуваність

3.8.2 Оптимальні системи керування

3.8.3 Формула Аккермана

3.8.4 Застосування Matlab та Simulink для синтезу систем зі зворотним зв'язком за станом

**Тема 4. Робастні системи керування**

4.1 Робастні системи керування та чутливість

4.2 Системи з невизначеними параметрами

4.3 Синтез робастних систем керування

4.4 Синтез робастних систем керування з ПД-регуляторами

4.5 Синтез робастних систем керування за допомогою Matlab

## 7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
<b>8 семестр</b>			
1.	Вступ до систем керування Математичні моделі фізичних систем у вигляді передаточної функції	лекц., лаб., сам., інд.	21
2.	Математичні моделі фізичних систем у вигляді передаточної функції Математичні моделі фізичних систем у змінних стану	лекц., лаб., сам., інд.	22
3.	Форми опису моделей систем керування та створення моделі системи з використанням Matlab	лекц., лаб., сам., інд.	22
4.	Характеристики систем керування зі зворотним зв'язком	лекц., лаб., сам., інд.	21
5.	Якість систем керування зі зворотним зв'язком	лекц., лаб., сам., інд.	23
6.	Стійкість систем керування зі зворотним зв'язком	лекц., лаб., сам., інд.	21
7.	Метод кореневого годографа	лекц., лаб., сам., інд.	22
8.	Метод частотних характеристик Синтез систем керування зі зворотним зв'язком	лекц., лаб., сам., інд.	22
9.	Синтез систем керування зі зворотним зв'язком Робастні системи керування	лекц., лаб., сам., інд.	21

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Вступ до систем керування	5	8
2	Математичні моделі фізичних систем у вигляді передаточної функції	11	14
3	Математичні моделі фізичних систем у змінних стану	5	8
4	Форми опису моделей систем керування та створення моделі системи з використанням Matlab	11	14
5	Характеристики систем керування зі зворотним зв'язком	10	14
6	Якість систем керування зі зворотним зв'язком	12	16
7	Стійкість систем керування зі зворотним зв'язком	10	16
8	Метод кореневого годографа	11	14
9	Метод частотних характеристик	5	8
10	Синтез систем керування зі зворотним зв'язком	11	14
11	Робастні системи керування	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 проекту, проведення двох рубіжних контролів.

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

Модуль дисципліни оцінюється за 100-бальною системою.

Оцінювання академічних успіхів студента з дисципліни «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами» здійснюється за такими критеріями та у відповідності до такої методики.

Найменування завдань	Лекції		Лабораторні заняття	Разом
	Контрольні роботи на лекціях	Різні види поточного опитування та якість відвідування занять	Виконання лабораторних робіт та їх захист	
Лекції	40			
Лекції		10		100
Лабораторні заняття			50	

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 «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами».

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 «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами», 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 «Методи автоматизованого проектування електротехнічними комплексами» 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).