

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Спеціальність - 131 Прикладна механіка  
Магістр за освітньо-науковою програмою  
Автоматизовані та роботизовані механічні системи

# КАТАЛОГ

Силабусів нормативних освітніх компонентів

Цикл професійної підготовки

Київ – 2021

## Зміст

### Курс 1. Семестр 1

Автоматизоване проектування та конструювання.....	3
Особливості проектування автоматизованих механічних систем.....	12
Гідроавтоматика і керування.....	17
Курсовий проект з гідроавтоматики і керування.....	23
Електрогідропневматичні системи з фізично різномірним керуванням.....	28
Гідропривод з пропорційним керуванням.....	34

### Курс 1. Семестр 2

Електропривод з програмованим керуванням.....	40
Курсовий проект з особливостей проектування автоматизованих механічних систем.....	46

### Курс 2. Семестр 3

Математичне моделювання систем та процесів.....	52
Прогнозування енергоефективності систем приводів.....	57



# АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ (АПК)

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	5 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / РГР / практичні роботи
Розклад занять	Лекції 18 годин, практичні 36 годин ( 1 година лекції та 2 години практичних робіт на тиждень)
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: докт. наук, доцент, Струтинський, Сергій, Васильович, strutytskyi@gmail.com, Практичні / Семінарські: докт. наук, доцент, Струтинський Сергій, Васильович, strutytskyi@gmail.com, Лабораторні: відсутні.
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=205408">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=205408</a> <a href="https://drive.google.com/file/d/1yO3tUhZB0AohcKYXW5uPBbLchAyMXPIb/">https://drive.google.com/file/d/1yO3tUhZB0AohcKYXW5uPBbLchAyMXPIb/</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка». Сучасні методи проектування та конструювання базуються на використанні систем автоматизованого проектування. Створення конструкторської документації на високому рівні вимагає розробки твердотільних моделей пристроїв та вузлів на основі попередньо проведених розрахунків, виконаних із застосуванням обчислювальної техніки. На основі твердотільних моделей розробляється конструкторська документацію, а шляхом застосування чисельних методів проводиться розрахунок машин і конструкцій на міцність та довговічність. Інтеграція математичних моделей, твердотільного моделювання та чисельних методів у процес проектування є практично необхідною при створенні нових конструкцій, пристроїв та машин.

**Метою** викладання дисципліни «Автоматизоване проектування та конструювання» є формування у студентів навичок щодо: способів налаштування креслень, створення креслень; способів завдання координат точок, команд створення графічних примітивів; основних інструментів графічних редакторів для створення та редагування примітивів двохвимірного креслення; штрихування, нанесення розмірів та створення специфікацій; системи координат тривимірного простору, світової системи координат; створення користувацької системи координат, твердотільного моделювання, розроблення параметричних моделей, розроблення електронних математичних моделей.

**Предмет вивчення** дисципліни: системи автоматизованого проектування, застосування методу кінцевих елементів; методи створення двохвимірних (2D) та тривимірних

(3D) графічних об'єктів та графічні редактори систем AutoCAD та Inventor. Отримані **компетентності** дозволять: використовувати команди побудови тривимірних моделей деталі та спеціальні інструменти для роботи в тривимірному просторі; використовувати простір аркушу при створенні робочого креслення деталі; виконувати побудови видів та розрізів деталей на основі їх тривимірних моделей і їх застосування в створенні робочих креслень; працювати із командами роботи з плаваючими видами простору аркушу; вміти застосовувати метод кінцевих елементів при розрахунку деталей на міцність, навички щодо застосування технологій 3d друку для виготовлення прототипів пристроїв та вузлів.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Математика», «Фізика», «Теоретична механіка», «Опір матеріалів», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин». Результати вивчення дисципліни «Автоматизоване проектування та конструювання» є необхідними для подальшого вивчення дисципліни: «Математичне моделювання систем та процесів».

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Введення у предмет вивчення.

Тема 2. Графічні системи обробки даних та їх застосування.

Тема 3. Робота в графічному редакторі.

Тема 4. Побудова базових геометричних примітивів.

Тема 5. Робота із блоками та об'єктами.

Тема 6. Тривимірне моделювання.

Тема 7. Робота зі збірками.

Тема 8. Автоматизований розрахунок основних параметрів та розмірів пристроїв та механічних систем.

Тема 9. Застосування методу кінцевих елементів при розрахунку деталей на міцність.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

базова (підручники, навчальні посібники) література

1. Струтинський С.В. Просторові системи приводів: Монографія / ав. Струтинський С.В., Гуржій А.А. – К.: Педагогічна думка, 2013. – 492 с.
2. П.О. Киричок, С.В. Струтинський, В.Г. Олійник. Спеціальні методи наукових досліджень: підручник П.О. Киричок, С.В. Струтинський, В.Г. Олійник – К.: Видавничий дім «АртЕк», 2016. – 594 с.
3. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD. Навч. Посібник. – К.: Каравела, 2008. – 336 с.
4. Внутренний мир AutoCAD Версия 13с4: Пер. с англ./Ф. Соен, и др. - К.: Издательство "Диасофт", 1997.- 704 с.
5. Внутренний мир AutoCAD Версия 14: Пер. с англ./М.Е. Беалл, Б. Барчард и др. - К.: Издательство "Диасофт", 1997.- 672 с.
6. Жордж Омура. AutoCAD 3D: трехмерное моделирование. М.: Издательство "Лори". 1997 г.- 544 с. 2016.- 160с.

додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література

1. Климов А.С. Форматы графических файлов: - К.: НИПФ "Диасофт Лтд.", 1995, 480 с.
2. Шпур Г., Ф.-Л. Краузе Автоматизированное проектирование в машиностроении/Пер. с нем. Г.Д. Волковой и др.; Под ред. Ю.М. Соломенцева, В.П. Диденко. - М.: Машиностроение, 1988. - 648 с.
3. Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 296 с., ил.
4. Gesner, Rusty. Inside AutoCAD: The complete AutoCAD Guide. Special ed. / by Rusty Gesner with assistance from Jim Boyce. New Riders Publishing, Gresham, Oregon. 1991. 1080 p.

5. *Intergraph blazes a new path with Solid EDGE. D.H.Brown Associates. November 1996*
6. *Алур Д., Крупи Дж., Малкс Д. Образцы J2EE. Лучшие решения и стратегии проектирования. - М.: "Лори", 2004. - 375с.*

рекомендації та роз'яснення:

- *Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПП та в методичному кабінеті кафедри, додаткові джерела спрямовані на ознайомлення з елементною базою, відомими теоретичними підходами до автоматизованого проектування, сприяють розширенню світогляду на будову технічних систем;*
- *Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних практичних робіт та самостійного розв'язання індивідуальних завдань з автоматизованого проектування.*
- *Базові джерела містять теоретичні матеріали та приклади за всіма темами дисципліни і їх можна використовувати так само, як матеріал лекцій, але під час лекцій надається їх зв'язок з фрагментами методик та практичним використанням, чого не можна отримати з жодного літературного джерела;*

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Методика опанування кожної теми складається з п'ятьох компонентів: теоретичні відомості за темою, методики їх застосування, приклади застосування методик, лабораторна робота зі створенням макету діючої системи та її налагодженням, самостійне виконання роботи за індивідуальним завданням.*

#### ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1	<p><b>Тема 1. Введення у предмет вивчення</b> <b>Лекція 1. Введення у предмет вивчення</b></p> <p>Терміни та позначення. Предмет та задачі курсу. Поняття конструювання. Основні етапи та методи. Структура САПР. Пристрої, які використовуються в САПР. Модульна структура програмного забезпечення САПР.</p> <p>Література: [6] - стор. 16-32,45-87; [7] - стор. 17-35, 38-67.</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Проектування за допомогою ЕОМ. Історія розвитку САПР.</p>
2	<p><b>Тема 2. Графічні системи обробки даних та їх застосування</b> <b>Лекція 2. Графічні системи обробки даних та їх застосування</b></p> <p>Графічні системи обробки даних: Catia, Pro/Engineer, Euclid, AutoCAD, PE/SolidDesigner, Solid Works, Компас, Inventor. Введення та виведення графічної інформації. Обробка графічної інформації. Обчислювальні методи, які використовуються при обробці геометричних даних, геометричне моделювання.</p> <p>Література: [6] - стор. 97-135; [7] - стор. 72-145.</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Модульна структура програмного забезпечення САПР. Машинне представлення об'єктів проектування. Формати графічних файлів.</p>
3	<p><b>Тема 3. Робота в графічному редакторі</b> <b>Лекція 3. Робота в графічному редакторі</b></p> <p>Налагоджування режиму креслення в графічному редакторі: визначення масштабного коефіцієнта та розмірів креслення, встановлення одиниць вимірювання креслення, масштабування тексту та символів, відкриття та створення креслення, типи ліній, збереження результатів роботи, створення прототипів. Організація креслень за допомогою шарів.</p> <p>Література: [5] - стор. 33-36, 12-18.</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Точність виконання креслень: системи координат; способи</p>

	введення точок; використання сіток прив'язки; об'єктна прив'язка.
4	<p><b>Тема 4. Побудова базових геометричних примітивів</b>  <b>Лекція 4. Побудова базових геометричних примітивів</b></p> <p>Управління екраном: масштабування зображення об'єкту; панора-мування об'єкту; регенерація креслення; робота з видовими екранами. Креслення базових примітивів: ліній, ламаних, дуг, кіл, еліпсів та еліптичних дуг, багатокутників, тексту, тощо.</p> <p>Література: [6] - стор. 137-195; [7] - стор. 132-198.  <b>Завдання на СРС.</b> Редагування графічних примітивів.</p>
5	<p><b>Тема 5. Робота із блокми та об'єктами</b>  <b>Лекція 5. Робота із блокми та об'єктами</b></p> <p>Побудова блоків: типи блоків, їх створення та використання; використання блоків в якості символів; зберігання блоків на диску; вставка блоків та креслень в поточне креслення; атрибути блоків та їх використання; редагування блоків. Використання допусків. Виведення на плотер.</p> <p>Література: [1] - стор. 13-31; [2] - стор. 35-98; [8] - стор. 13-90; [9] - стор. 11-67.  <b>Завдання на СРС.</b> Зовнішні посилання на об'єкти. Штрихування та просавлення розмірів в кресленнях.</p>
6	<p><b>Тема 6. Тривимірне моделювання</b>  <b>Лекція 6. Тривимірне моделювання</b></p> <p>Види тривимірних моделей. Огляд команд створення каркасних та поверхневих моделей Твердотільне моделювання. Створення твердотільних примітивів. Використання булевих операцій для створення складних об'єктів.</p> <p>Література: [1] - стор. 34-59; [2] - стор. 98-113; [8] - стор. 70-95; [9] - стор. 68-88.  <b>Завдання на СРС.</b> Редагування твердотільних об'єктів.</p>
7	<p><b>Тема 7. Робота зі збірками</b>  <b>Лекція 7. Робота зі збірками</b></p> <p>Виконання складальних операцій на основі створених твердотільних моделей окремих деталей виробів. Побудова видів та розрізів деталей на основі їх твердотільних моделей. Застосування технологій 3д друку для виготовлення прототипів пристроїв та вузлів.</p> <p>Література: [1] - стор. 61-101; [8] - стор. 93-128; [9] - стор. 95-135.  <b>Завдання на СРС.</b> Контроль умов збирання. Підготовка твердо тільних моделей до експорту.</p>
8	<p><b>Тема 8. Автоматизований розрахунок основних параметрів та розмірів пристроїв та механічних систем.</b>  <b>Лекція 8. Автоматизований розрахунок основних параметрів та розмірів пристроїв та механічних систем.</b></p> <p>Автоматизований розрахунок основних параметрів та розмірів пристрою. Використання середовищ MathCad (Exel), зв'язок параметрів твердо тільної моделі із зовнішніми даними.</p> <p>Література: [1] - стор. 102-146; [8] - стор. 93-129; [9] - стор. 137-169.  <b>Завдання на СРС.</b> Оновлення твердо тільної моделі, використання вбудованих функція для розрахунку розмірів безпосередньо при твердотільному моделюванні.</p>
9	<p><b>Тема 9. Застосування методу кінцевих елементів при розрахунку деталей на міцність.</b>  <b>Лекція 9. Застосування методу кінцевих елементів при розрахунку деталей на</b></p>

	<p><i>міцність.</i></p> <p>Створення твердо тільних моделей деталей та їх підготовка до міцнісних розрахунків. Задання початкових умов та параметрів для проведення міцнісних розрахунків. Застосування методу кінцевих елементів при розрахунку деталей на міцність.</p> <p>Література: [1] - стор. 182-248; [2] - стор. 134-209; [8] - стор. 176-226; [9] - стор. 171-224.</p> <p><b>Завдання на СРС.</b> Створення користувацького матеріалу, налаштування його властивостей. Використання датчиків при аналізі результатів моделювання.</p>
--	---

*ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ*

Метою циклу практичних робіт з курсу «Автоматизоване проектування та конструювання» є набуття практичних навичок по створенню дво- та тривимірних моделей деталей та вузлів машин та їх креслень, розроблення параметричних моделей пристроїв та вузлів, набуття навичок по автоматизованому розрахунку основних параметрів та розмірів технічних пристроїв, розрахунок деталей пристрою на міцність із використанням методу кінцевих елементів.

№ з/п	Назва практичного заняття (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1.	<b>Практичне заняття 1.</b> Налаштовування креслення та створення прототипів для різних форматів креслень. У роботі відпрацьовуються навички по налаштуванню графічного редактора на конкретне завдання.	2
2.	<b>Практичне заняття 2.</b> Способи завдання координат точок. Команди створення графічних примітивів. У практичній роботі використовуються різні способи завдання координат точок при створенні двовимірних графічних примітивів різних видів.	4
3.	<b>Практичне заняття 3.</b> Виконання робочого креслення деталі. У практичній роботі відпрацьовуються навички по використанню основних інструментів графічних редакторів для створення та редагування примітивів двохвимірного креслення; штрихування, нанесення розмірів та створення специфікацій.	4
4.	<b>Практичне заняття 4.</b> Системи координат тривимірного простору. Світова система координат. Створення користувацької системи координат. Види та видові екрани.	4
5.	<b>Практичне заняття 5.</b> Створення тривимірної моделі деталі. Практична робота направлена на надбання студентами навичок моделювання виробів за допомогою інструментів створення тривимірних моделей.	4
6.	<b>Практичне заняття 6.</b> Виконання на основі моделі робочих креслень. Використання простору аркушу при створенні робочого креслення деталі. Плаваючі види простору аркушу. Практична робота направлена на надбання студентами навичок побудови видів та розрізів деталей на основі їх тривимірних моделей і їх застосування в створенні робочих креслень.	4
7.	<b>Практичне заняття 7.</b> Практичне виконання автоматизованого розрахунку основних параметрів та розмірів пристрою у середовищі MathCad (Exel) за заданими початковими даними.	4
8.	<b>Практичне заняття 9.</b> Розробка технології виготовлення прототипу деталі із використанням методів 3д друку.	2
9.	<b>Практичне заняття 8.</b> Створення твердо тільних моделей деталей та їх	4

підготовка до міцнісних розрахунків. Задання початкових умов та параметрів для проведення міцнісних розрахунків. Застосування методу кінцевих елементів при розрахунку деталей на міцність.
---

## 6. Самостійна робота студента

Метою самостійної роботи є засвоєння наданих на лекціях теоретичних матеріалів для підготовки до виконання практичних завдань та виконання розрахунково-графічної роботи (РГР) за індивідуальним завданням з дисципліни «Автоматизоване проектування та конструювання» та закріплення студентами вміння та навичок самостійного аналізу, формальних підходів автоматизованого проектування.

### Рекомендована тематика РГР

Частина 1. Розробка математичної моделі проектного пристрою, формалізація основних розрахункових залежностей.

Часитна 2. Автоматизований розрахунок основних параметрів та розмірів пристрою у середовищі MathCad (Excel) за заданими початковими даними.

Часитна 3. Розробка параметричної твердо тільної моделі пристрою у середовищі Inventor, SolidWorks, Компас, її зв'язок результатами автоматизованого розрахунку, що отримані на початковому етапі.

Часитна 4. Розрахунок деталей пристрою на міцність із використанням методу кінцевих елементів у середовищі Inventor, SolidWorks, Компас.

Часитна 5. Розробка технології виготовлення прототипу пристрою із використанням методів 3д друку.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

Основним засобом діагностики успішності навчання є виконання 9 практичних робіт (комп'ютерних практикумів), що засвідчують компетенцію фахівця у галузі використання засобів автоматизації при проектуванні нових технічних пристроїв.

Відповідно до Робочого навчального плану підготовки студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» спеціальності 131 Прикладна механіка освітньої програми «автоматизовані та роботизовані механічні системи» в рамках дисципліни «Автоматизоване проектування та конструювання» передбачено розрахункову роботу, яка є частковим засобом діагностики успішності навчання.

Для належного засвоєння матеріалів дисципліни потрібно:

- повне відвідування практичних занять та більше за 2/3 лекцій;
- правила поведінки на заняттях передбачають активний діалог з викладачем, індивідуальна робота та паралельна робота в командах із пов'язаними математичними моделями, швидка підготовка рішень за наданими завданнями, використання електронних каталогів фірм-виробників;
- засвідченням виконання практичної роботи є функціонуюча комп'ютерна модель, що виконана відповідно до завдання;
- правила виконання та захисту практичних робіт полягають в представленні на протязі заняття розробленої комп'ютерної моделі, та подальше її налаштування згідно параметрів, наданих викладачем;
- заохочувальні бали надаються у відповідності до «системи оцінювання результатів», штрафні бали є засобом протидії плагіату та несамостійному виконанню робіт;
- політика дедлайнів полягає в виконанні чотирьох поточних практичних робіт до початку сесії та захист РГР до екзамену;



- політика щодо академічної доброчесності відповідає загальним положенням, прийнятим в «КПІ ім. Сікорського»;
- політика навчальної дисципліни спрямована на розвиток індивідуальних здібностей в напрямку набуття компетенцій щодо автоматизації процесу проектування технічних пристроїв.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

(Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю)

Засобами діагностики успішності навчання є 9 практичних робіт із математичного моделювання та автоматизованого розрахунку, РГР що виконується за індивідуальним завданням та потребує публічного захисту та екзамен.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист 9 практичних робіт - 27 балів;
- виконання та захист РГР – 31 бал;
- відповідь на екзамені - 42 балів.

### СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ (ВАГОВИХ) БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

#### 8.1. Практичні роботи (комп'ютерні практикуми) ( $r_1$ )

Ваговий бал однієї практичної роботи становить 3 бали (табл.1). Максимальна кількість балів за всі практичні роботи:  $r_1 = 9 \text{ робіт} \times 3 \text{ бали} = 27 \text{ балів}$ .

Рейтингові бали за одну практичну роботу

Таблиця 1

Бали	Критерій оцінювання
3	Зауважень до виконання роботи та до отриманих результатів немає, наявні відповіді на всі запитання
2	Зауважень до виконання роботи та до отриманих результатів немає
1	Практична робота виконана відповідно до завдання, проте містить помилки та некоректні результати
0	Практична робота не виконана, або не відповідає поставленому завданню

#### 8.2. Розрахунково-графічна робота ( $r_4$ )

Ваговий бал РГР становить 31 бал.

Рейтингові бали РГР

Таблиця 2

Бали	Критерій оцінювання
31	Зауважень до розроблених математичних моделей, графічної частини та пояснювальної записки немає, успішний захист
29	Зауважень до розроблених математичних моделей, немає, наявні неточності та помилки у графічній частині та пояснювальній записці, успішний захист
24	Робота повністю виконана, присутні помилки у графічній частині та пояснювальній записці, також наявні деякі некоректні результати моделювання, успішний захист
19	Робота повністю виконана, розроблені математичні моделі містять суттєві помилки, присутні помилки та неточності у графічній частині та пояснювальній записці, наявні відповіді лише на базові теоретичні питання
16	Робота повністю виконана, розроблені математичні моделі містять суттєві помилки, присутні помилки та неточності у графічній частині та пояснювальній записці
0	Робота не відповідає завданню або не виконана

Максимальна кількість штрафних балів -4 бали, або заохочувальних +4 бали за розрахунково-графічну роботу. Бали додаються за оригінальні рішення. Бали втрачаються за некоректне використання математичних моделей та запозичення чужих рішень.

### 8.3. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали (табл.3). Загальна сума штрафних балів не може перевищувати 5 балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

#### Штрафні та заохочувальні бали

Таблиця 3

Дія	Бали
Відсутність на практичному занятті без поважної причини	мінус 0,2 бали (але в сумі не більш ніж мінус 2)
Не своєчасна здача розрахунково-графічної роботи	мінус 3 бали
Оригінальне рішення за завданням практичної роботи	плюс 1 бал
некоректне використання математичних моделей та запозичення чужих рішень	мінус 4 бали
Оригінальне рішення поставленого завдання по розрахунково-графічній роботі	плюс 4 бали

### 8.4. Календарний контроль

На 8-й тиждень навчання (перша атестація) графіком передбачено виконання та захист мінімально 3 практичних робіт: 9 балів;  
 постановочна частина РГР: 6 балів.

Що становить у сумі  $9+6=15$  балів. Таким чином для отримання оцінки "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж  $15 \times 0,5 = 7,5$  балів.

На 14-й тиждень навчання (друга атестація) графіком передбачено виконання та захист мінімально 3 практичних робіт: 9 балів;

перша проектна частина РГР (створення параметричної твердотільної моделі): 11 балів.

Що становить у сумі  $9+11=20$  балів. Таким чином для отримання "задовільно" з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж  $20 \times 0,5 = 10$  балів.

### 8.5. Критерії оцінювання екзамену.

Екзамен складається з трьох теоретичних питань, вага кожного питання 14 балів, Максимальна кількість балів екзамену становить  $14 \times 3 = 42$  бали.

(таблиця 5).

Критерій екзаменаційного оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне запитання білета за таблицями 4 і 5.

#### Кількість балів за одне теоретичне завдання білета екзамену

Таблиця 4

Бали	Критерій оцінювання
14,0	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження до графічної частини та неточності у відповідях
10,0	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
5,0	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, вірна відповідь на всі принципові питання, окремі недоліки
0,0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

### 8.6. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни ( $r_d$ ):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:  $R_c = \sum_i r_i$

де  $r$  - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 1 - 4).

$R_c = 27$  пр + 31 РГР = 58 балів.

Екзаменаційна складова  $R_E$  шкали дорівнює:  $R_E = 42$  бали.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає  $R_D = R_c + R_E = 58 + 42 = 100$  балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання і підготовка до захисту РГР, виконання 100% практичних робіт, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг  $R_c$  не менше 50% від  $R_c$ . Тобто, не менш  $R_c = 0,5 \times 58 = 29$  балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни більше  $0,5 \times R_c = 29$  балів, допускаються до екзамену.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше  $0,5 \times R_c = 29$  балів, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не отримають допуск до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

#### **• Приклад екзаменаційного білета**

1. *Визначення геометричних розмірів силових гідроциліндрів*
2. *Зв'язок параметрів твердо тільної моделі із зовнішніми даними у середовищі Autodesk Inventor.*
3. *Програмна реалізація методу кінцевих елементів в середовищі Autodesk Inventor. Результати розрахунків та їх візуалізація.*

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Автоматизоване проектування та конструювання**

**Складено:**

доцентом кафедри ПГМ, доктором технічних наук, Струтинським Сергієм Васильовичем

**Ухвалено** кафедрою ПГМ (протокол № 6 від 23.12.2020 р. )

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 6 від 25.01.2021 р. )



# ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна) /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, викладається в одному семестрі (осінній)
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	Лекції 18 годин, практичні 36 годин ( 1 година лекції та 2 години практичних робіт на тиждень) <a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Левченко Олег Васильович, <a href="mailto:tudasuda@ua.fm">tudasuda@ua.fm</a>
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=6112">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=6112</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «**Особливості проектування автоматизованих механічних систем**» (далі **ОПАМС**) складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів здатностей: - розв'язувати практичні задачі систем електропневмоприводу, - виконувати модернізацію та реінжиніринг мехатронних систем на основі новітніх розробок та підходів до створення автоматизованих об'єктів гідропневмоавтоматики і мехатроніки зі складними алгоритмами експлуатації.

**Предметом навчальної дисципліни** є: принципи дії систем мобільного гідро- та пневмоприводами, автоматизація технічних об'єктів засобами електропневмоприводу та електрорелейних схем, складання та налагодження прототипів систем керування, модернізація систем керування. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів машинобудівної галузі.

**Програмні результати навчання :**

**Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною:** Здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до створення, тестування та експлуатації систем керування технічних об'єктів та систем, машин та механізмів із засобами механіки, гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки; здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до автоматизації технічних об'єктів та систем, машин та механізмів засобами механіки, гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і

робототехніки, створювати конкурентоспроможні технічні об'єкти, застосовувати критерії для оцінки їх функціональної, експлуатаційної, енергетичної та загальної ефективності.

**Знання:** знати основні підходи керування в мобільних системах; методи синтезу, технічні засоби керування в промислових системах електропневмоприводу.

**Уміння:** застосовувати методики та методи проектування систем електропневмоприводу відповідно до вимог та особливостей машинобудівної галузі; використовувати спеціальні методи при створенні пневматичних та гідравлічних систем керування в задачах автоматизації об'єктів машинобудування.

**Досвід:** вибирати та застосовувати раціональні методи та технічні засоби для вирішення конкретних задач електропневмоприводу в машинобудуванні; проводити оцінку ефективності систем керування електропневмоприводу; обирати раціональні технічні засоби відповідно до конкретних практичних задач; складати, налагоджувати, корегувати системи керування мобільних машин з пневматичними, електрорелейними і гідравлічними пристроями.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Об'ємний гідропривод», «Машинобудівна гідравліка», «Деталі машин», «Основи конструювання і проектування».

Результати вивчення дисципліни «Електропневмопривод» є корисними для подальшого вивчення дисциплін: «Основи гідроавтоматики», «Проектування агрегатів автоматизованих механічних систем».

## 3. Зміст навчальної дисципліни

1. Напрямки застосування електропневмоприводу.
2. Загальні відомості про склад та призначення систем електропневмоприводу.
3. Принципи реалізації логічної послідовності роботи електропневмоприводу.
4. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням таблиць стану системи.
5. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням крокових діаграм.
6. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням GRAFCET.
7. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням функціональних графів.
8. Електропневмопривід з контролем по положенню робочого органу виконавчих пристроїв.
9. Реалізація електропневмоприводу з використанням контролю по зусиллю на робочому органі виконавчого пристрою.
10. Реалізація електропневмоприводу з використанням контролю по тиску.
11. Контроль по часу в електропневмоприводі з виконавчими пристроями обертального руху.
12. Класи логічної складності систем електропневмоприводу.
13. Логічно-невизначені системи електропневмоприводу.
14. Основи проектування та вибору обладнання систем електропневмоприводу.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Основні інформаційні ресурси

1. Яхно О.М. та інші. Прикладна гідроаеромеханіка і мехатроніка / Під ред. Яхно О.М..- Вінниця: ВНТУ, 2019.- 711 с.
2. Ölhydraulik, Handbuch der hydraulischen Antriebe und Steuerungen, Dietmar Findeisen, Siegfried Helduser, 6. Auflage, ©Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015, DOI 10.1007/978-3-642-54909-0
3. Synthesis of discrete drives control systems, M. Cherkashenko, Hydraulic machines and hydrounits 1322 (46), 4-9
4. Hydraulik, Grundlagen, Komponenten, Systeme, Dieter Will, Norbert Gebhardt, 6. Auflage, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, DOI 10.1007/978-3-662-44402-3
5. Mobile equipment hydraulics: a systems and troubleshooting approach, Ben Watson, © 2011 Delmar, Cengage Learning
6. Synthesis of control schemes for hydroficated automation objects.- GmbH & Co. KG. Printed in Germany, 2018 Y. Sokol, M. Cherkashenko, etc
7. Lisa Guana, Guangnan Chenb Pumping Systems: Design and Energy Efficiency / Encyclopedia of

Додаткові інформаційні ресурси

1. Parr Andrew. *Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide*, Publisher: Butterworth-Heinemann Ltd, 2011.
2. Elliott Brian. *Compressed Air Operations Manual*, McGraw-Hill Education, 2006.
3. Wu, P., Lai, Z., Wu, D., Wang, L. (2014). "Optimization Research of Parallel Pump System for Improving Energy Efficiency". *Journal of Water Resources Planning and Management*, DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000493.
4. Miller, R., Liberi, T., Scioscia, J. *Analyzing Pump Energy through Hydraulic Modeling / Pipelines 2015*. pp. 869-877.
5. Peña, Oscar R., Leamy, Michael J. *An efficient architecture for energy recovery in hydraulic elevators / International Journal of Fluid Power*, Vol. 16, no. 2, 2015. pp. 83-98. <https://doi.org/10.1080/14399776.2015.1055991>
6. Subramanya K., *Fluid Mechanics and Hydraulic Machines: Problems and Solutions*, Paperback – 26 July 2010.
7. Bin Zhang, Jien Ma, *Analysis of the flow dynamics characteristics of an axial piston pump based on the computational fluid dynamics method*, *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, Volume 11, 2017 - Issue 1
8. Helduser, S.: *Grundlagen elektrohydraulischer Antriebe und Steuerungen*, 1. Aufl. Vereinigte Fachverlage, Mainz (2013). ISBN 978-3-7830-0387-1
9. Scherf, H.E.: *Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme (mit Matlab- und Simulink-Beispielen)*. Oldenbourg Verlag, München, Wien (2003)
10. Egeland, O., Gravdahl, J.T.: *Modeling and Simulation for Automatic Control*. Marine Cybernetics, Trondheim, Norway (2002)

рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПП та в методичному кабінеті кафедри;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач проектування дискретних систем керування гідро- і пневмоприводами;

**Навчальний контент**

**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

**ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ**

	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Напрямки застосування електропневмоприводу. Література: 1 (вступ, розд.3, 4, 5), 3 (вступ, розд.1,2), 5 доп (с. 8 – 22), 8 – 11 доп.
2.	Загальні відомості про склад та призначення систем електропневмоприводу. Література: 1 (вступ, розд. 4), 3 (вступ, розд.1,2)
3.	Принципи реалізації логічної послідовності роботи електропневмоприводу. Література: доп. 8-11 [каталоги виробників].
4.	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням таблиць стану системи. Література: 3 розд.4), 5 доп. (с. 3 – 26)
5.	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням крокових діаграм. Література: 1 (розд 4), 3 (розд.2)
6.	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням GRAFCET. Література: 3 (розд.2) 4 доп.
7.	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням функціональних графів.

	Література: 1 (розд 5), 3 (розд.2), 5
8.	Електропневмопривід з контролем по положенню робочого органу виконавчих пристроїв. Література: доп. 5,6, доп. 8-11 [каталоги виробників].
9.	Реалізація електропневмоприводу з використанням контролю по зусиллю на робочому органі виконавчого пристрою. Література: доп. 5,6, доп. 8-11 [каталоги виробників].
10.	Реалізація електропневмоприводу з використанням контролю по тиску. Література: доп. 5,6, доп. 8-11 [каталоги виробників].
11.	Контроль по часу в електропневмоприводі з виконавчими пристроями обертального руху. Література: доп. 5,6, доп. 8-11 [каталоги виробників].
12.	Класи логічної складності систем електропневмоприводу. Література: 3 (розд.2,3,4)
13.	Логічно-невизначені системи електропневмоприводу. Література: 1 (вступ, розд 5,6), 3 (розд.2), 4
14.	Основи проектування та вибору обладнання систем електропневмоприводу. Література: 3 (розд.2, 4)

#### Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до аудиторних занять	42
2.	Підготовка до екзамену	14

### Політика та контроль

#### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу І-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;
- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;
- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

#### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування, практичні заняття.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 40 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
-----------------	--------

100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 70 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час лабораторних/практичних занять (16 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);

Відповіді на заліку оцінюються у 30 балів.

Робота на практичних/лабораторних заняттях (максимум 48 балів):

- активна творча робота – 1 бал;
- плідна робота – 0,5 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 0,5 бала.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання з різних тематичних розділів.

Критерії залікового оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять, величин: 30 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 20-25 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів дискретно-логічного керування: 15-20 балів;
- припускаються суттєві помилки, нерозуміння основних понять та фізичних процесів: до 15 балів.

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### • Приклад залікового білета

1. Принципи реалізації логічної послідовності роботи електропневмоприводу.
2. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням GRAFCET.
3. Логічно-невизначені системи електропневмоприводу.

## Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): ОПАМС

### Складено:

доцентом кафедри ПГМ, кандидатом технічних наук, доцентом Левченком Олегом Васильовичем

Ухвалено кафедрою \_ПГМ\_ (протокол № 6 від 23.12.20)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 6 від 25.01.21)





# ГІДРОАВТОМАТИКА І КЕРУВАННЯ (ГАіК)

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна) /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, викладається в одному семестрі (осінній)
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	Лекції 18 годин, лабораторні 18 годин, практичні 18 годин (1 година лекції та 0,5 години лаб/прак. на тиждень), <a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=71f34f3e-2c85-436b-8626-f293567d656d">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=71f34f3e-2c85-436b-8626-f293567d656d</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Луговський Олександр Федорович, <a href="mailto:atoll-sonic@ukr.net">atoll-sonic@ukr.net</a> , к.т.н., ст.викл. Зілінський Андрій Іванович
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=185140">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=185140</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Гідроавтоматика і керування (далі ГАіК)» складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Метою навчальної дисципліни** є підготовка фахівців в галузі теорії, розрахунку, проектування, конструювання, виробництва та експлуатації елементів та систем гідроавтоматики.

**Предметом навчальної дисципліни** є: елементна база та системи гідроавтоматики.

*Програмні результати навчання :*

**Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною:** Спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування, Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

#### **Знання:**

способів автоматичного керування в гідравлічних системах автоматіки; прикладів реалізації гідравлічних систем автоматичного керування; принципів побудови електрогідравлічних підсилювачів до систем автоматичного керування; методів розрахунку та моделювання електрогідравлічних підсилювачів, визначення їх характеристик.

#### **Уміння:**

будувати за основними принципами гідравлічні системи автоматичного керування гідроприводів. Використання основних способів програмування подібних систем автоматіки. Вивчення елементної бази сучасних гідравлічних систем автоматичного керування. Розібратися

з прикладами реалізації аналогових та дискретних гідравлічних систем автоматичного керування гідравтоматики.

**Досвід:**

Розраховувати та проектувати гідравлічні системи автоматичного керування. Розробляти принципи гідравлічні схеми до систем автоматики.

Розробляти конструкторську документацію до систем автоматичного керування.

Підбрати сучасну елементну базу до систем автоматики.

**2.Пререквізити та постреквізити дисципліни**

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Електрогідроневматичні системи з фізично-різнорідним керуванням», «Машинобудівна гідравліка», «Дискретні системи керування приводами», «Основи гідравтоматики».

Результати вивчення дисципліни «Гідравтоматика і керування» є корисними для подальшого дослідження за програмою магістерської дисертації.

**3. Зміст навчальної дисципліни**

1. Датчики зворотнього зв'язку.
2. Стан та нові досягнення в галузі виконавчих гідравлічних пристроїв систем гідравтоматики. Аналіз виконуючих пристроїв засобів автоматизації.
3. Класифікація датчиків зворотнього зв'язку. Аналогові датчики зворотнього зв'язку.
4. Кодові датчики зворотнього зв'язку.
5. Регулювання швидкості в гідравлічних приводах.
6. Регулювання швидкості в слідкуючих гідроприводах.
7. Дросельний спосіб регулювання швидкості в слідкуючих гідроприводах.
8. Однокоординатні копіювальні гідроприводи. Копіювальні приводи з двоциліндровим золотником.
9. Однокоординатні копіювальні приводи з автоматичним регулюванням подачі, що задається.
10. Двокоординатні копіювальні гідроприводи.
11. Гідросистеми збалансованих маніпуляторів
12. Гідроприводи маніпуляторів, що збалансовані. Пантограф маніпулятора, що збалансований.
13. Гідропідсилювачі
14. Принципи побудови електрогідравлічних підсилювачів.
15. Витрата рідини через робоче вікно золотника.
16. Статичні характеристики золотникових розподільників.
17. Порівняльний аналіз перетинів золотникових розподільників.
18. Рівняння сил, що діють на золотник розподільника.
19. Статичні характеристики та ККД гідропідсилювача "сопло-заслінка".
20. Статичні характеристики та ККД струминного гідропідсилювача.
21. Ультразвукові кавітаційні виконавчі пристрої
22. Особливості ультразвукової кавітації
23. Ультразвукові розпилювачі
24. Ультразвукові кавітаційні пристрої для обробки рідини
25. Ультразвукові кавітаційні фільтри

**4. Навчальні матеріали та ресурси**

Основні інформаційні ресурси

1. Яхно О.М. та інші. Прикладна гідроаеромеханіка і мехатроніка / Під ред. Яхно О.М.- Вінниця: ВНТУ, 2019.- 711 с.
2. Гідроприводи та гідроневмоавтоматика. Підручник. Федорець В.О., Педченко М.Н., Струтинський В.Б. та ін. – К.: Вища школа, 1995. – 463 с.
3. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник ( 2-е изд.)- М.: Машиностроение, 1988.
4. Федорець В.А., Педченко М.Н. и др. Гидроприводы и гидроневмоавтоматика станков. Уч.пос. Вища школа, 1987.-375 с.

5. Баишта Т.М. Гидропривод и гидронневоавтоматика. – М.: Машиностроение, 1972. – 320 с.

Додаткові інформаційні ресурси

1. Введение в мехатронику / Под ред. О.М.Яхно.- К.: НТУУ»КПИ», 2008.- 528с.
2. Баишта Т.М. Гидравлические приводы летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1967.
3. Богданович Л.Б. Гидравлические приводы. – Киев.: Вища школа, 1980.
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Баишта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. – М.: Машиностроение, 1982.
5. Погорелов В.И. Элементы и системы гидронневоавтоматики. – Л.: Из-во Ленингр. Ун-та, 1979. – 184 с.
6. Luhovskyi O. Enhancing the Efficiency of Ultrasonic Wastewater Disinfection Technology / O. Luhovskyi, I. Gryshko, I. Bernyk // ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2018, Vol. 40, No. 2, pp. 95–101.
7. Луговской А.Ф. Расчет ультразвуковых диспергаторов с составными пьезоэлектрическими преобразователями // Вестник Национального технического университета Украины «КПИ». Машиностроение. – 1998. - Вып.33. - С.291-296.

рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПІ та в методичному кабінеті кафедри;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач проектування систем керування для об'єктів гідроавтоматики.

**Навчальний контент**

**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

**ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ**

	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Датчики зворотнього зв'язку. Стан та нові досягнення в галузі виконавчих гідравлічних пристроїв систем гідроавтоматики. Література: [2-5], дод. [1-5].
2.	Аналіз виконуючих пристроїв засобів автоматизації. Література: [2-5], дод. [1-5].
3.	Класифікація датчиків зворотнього зв'язку. Література: [2-5], дод. [1-5].
4.	Аналогові датчики зворотнього зв'язку. Кодові датчики зворотнього зв'язку. Література: [2-5], дод. [1-5].
5.	Регулювання швидкості в гідравлічних приводах. Література: [2-5], дод. [1-5].
6.	Регулювання швидкості в слідкуючих гідроприводах.
7.	Дросельний спосіб регулювання швидкості в слідкуючих гідроприводах. Література: [2-5], дод. [1-5].
8.	Однокоординатні копіювальні гідроприводи. Література: [2-5], дод. [1-5].
9.	Копіювальні приводи з двощільовим золотником.
10.	Однокоординатні копіювальні приводи з автоматичним регулюванням подачі, що задається. Література: [2-5], дод. [1-5].
11.	Двохкоординатні копіювальні гідроприводи. Література: [2-5], дод. [1-5].
12.	Гідросистеми збалансованих маніпуляторів
13.	Гідроприводи маніпуляторів, що збалансовані.

14.	Пантограф маніпулятора, що збалансований. <i>Література:</i> [2-5], дод. [1-5].
15.	Гідропідсилювачі <i>Література:</i> [2-5], дод. [1-5].
16.	Принципи побудови електрогідравлічних підсилювачів. <i>Література:</i> [2-5], дод. [1-5].
17.	Витрата рідини через робоче вікно золотника. <i>Література:</i> [2-5], дод. [1-5].
18.	Статичні характеристики золотникових розподільників. <i>Література:</i> [2-5], дод. [1-5].

*Самостійна робота студента*

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	36
2.	<i>Виконання РГР</i>	24
3.	<i>Підготовка до екзамену</i>	18

**Політика та контроль**

**Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях.*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;*
- *використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в Інтернеті;*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;*
- *політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

**Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)**

*Поточний контроль: експрес-опитування, практичні заняття.*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.*

*Семестровий контроль: екзамен.*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 40 балів.*

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Не виконані умови допуску

Не допущено

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час лабораторних занять (16 занять);
- відповіді під час практичних занять (16 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);

Відповіді на екзамені оцінюються у 40 балів.

Робота на лабораторних заняттях (максимум 32 бали):

- захищена робота – 2 бала;
- активна творча робота – 1 бал;
- плідна робота – 0,5 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 8 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 7 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 0,5 бала.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

Якщо студент виконав умови РСО щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів або хоче підвищити поточну оцінку, виконує додаткову контрольну роботу.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу за двома запитаннями та розв'язують практичне завдання. Кожне екзаменаційне завдання містить два запитання з різних тематичних розділів.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, а також відповіді на додаткові питання: 36-40 балів;
- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 31-35 балів;
- принципові відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 26-30 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 20-25 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце розуміння модульної будови алгоритму керування: 15-20 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 10-14 балів.

#### 7.6. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни ( $r_d$ ):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:  $R_c = \sum_i r_i$

де  $r$  - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 1 - 5).

$R_c = 32\text{лб} + 20\text{РГР} + 8\text{МКР} = 60$  балів.

Екзаменаційна складова  $R_E$  шкали дорівнює:  $R_E = 40$  балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає  $R_D = R_c + R_E = 60 + 40 = 100$  балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання і підготовка до захисту лабораторних робіт їх виконання 100%, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг  $R_c$  не менше 50% від  $R_c$ . Тобто, не менш  $R_c = 0,5 \times 50 = 25$  балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни більше  $0,5 \times R_c = 30$  балів, допускаються до екзамену.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше  $0,5 \times R_c = 25$  балів, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

### **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- **Приклад екзаменаційного завдання**

1. Стан та нові досягнення в галузі виконавчих гідравлічних пристроїв систем гідроавтоматики. Аналіз виконуючих пристроїв засобів автоматизації.
2. Принципи побудови електрогідравлічних підсилювачів.
3. Двохкоординатні копіювальні гідроприводи. Навести приклади схем сучасних копіювальних приводів.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Гідроавтоматика і керування.**

**Складено:**

професором кафедри ПГМ, доктором технічних наук, професором Луговським Олександром П Федоровичем

Ухвалено кафедрою \_ПГМ\_ (протокол № 6 від 23.12.2020)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № 6 від 25 січня 2021 року)



# КУРСОВИЙ ПРОЕКТ З ГІДРОАВТОМАТИКИ І КЕРУВАННЯ (КП ГАіК)

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна) /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, викладається в одному семестрі (осінній)
Обсяг дисципліни	1,5 кредитів ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=71f34f3e-2c85-436b-8626-f293567d656d">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=71f34f3e-2c85-436b-8626-f293567d656d</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор Луговський Олександр Федорович, <a href="mailto:atoll-sonic@ukr.net">atoll-sonic@ukr.net</a> , к.т.н., ст.викл. Зілінський Андрій Іванович
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=185140">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=185140</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Гідроавтоматика і керування (далі ГАіК)» складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Метою навчальної дисципліни** є підсилення у студентів підготовки в галузі теорії, розрахунку, проектування, конструювання, виробництва та експлуатації елементів та систем гідроавтоматики.

**Предметом навчальної дисципліни** є: елементна база та системи гідроавтоматики.

**Програмні результати навчання :**

**Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною:** Здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до створення, тестування та експлуатації систем керування технічних об'єктів та систем, машин та механізмів із засобами механіки, гідропневмоавтоматики; здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до автоматизації технічних об'єктів та систем, машин та механізмів засобами механіки, гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки, створювати конкурентоспроможні технічні об'єкти.

**Знання:** знати основні принципи функціонування, будови та проектування гідропневмоавтоматики; виконання розрахунків основних параметрів гідравлічних схем та автоматичних частин систем, їх керування та конструювання систем в цілому.

**Уміння:** застосовувати методик проектування, будувати структуру гідравтоматичної системи, виконувати розрахунки, вибирати обладнання, розробляти алгоритми та програми керування, налаштовувати, тестувати системи, перевіряти виконання системою заданих функцій.

**Досвід:** вибору та використання методик та технічних засобів при проектуванні гідравтоматичних систем, практичної роботи з побудови систем та (або) її складових частин з їх налаштування та тестування, написання алгоритмів автоматизації.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Вивчення дисципліни «Курсовий проект з гідравтоматики і керування» ґрунтується на знаннях, здобутих студентами під час освоєння таких дисциплін, як «Вища математика», «Теоретична механіка», «Інформатика», «Фізика», «Інженерна графіка», «Комп'ютерна графіка», «Машинобудівна гідравтоматика». Знання, одержані при вивченні курсу, широко використовуються при подальшому вивченні таких дисциплін як «Гнучкі мехатронні системи», «Контролери в системах гідропневмоприводу», «Проектування об'ємних гідро- і пневмомашин».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

1. Підготовка інформаційного огляду про стан питання
2. Формування технічного завдання на розробку нового зразка технічної системи або автоматизованого обладнання
3. Розробка структури технічної системи або автоматизованого обладнання
4. Розробка гідравлічної схеми або автоматизованого обладнання. Виконання розрахунків.
5. Розробка принципової гідравлічної/електронної або комбінованої схеми системи керування. Виконання розрахунків.
6. Підбір обладнання.
7. Компонування та конструювання технічної системи або автоматизованого обладнання.
8. Розроблення алгоритму керування.
9. Оформлення графічних матеріалів та пояснювальної записки.
10. Представлення проекту до захисту та його захист.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

1. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика. Підручник. Федорець В.О., Педченко М.Н., Струтинський В.Б. та ін. – К.: Вища школа, 1995. – 463 с.
2. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник (2-е изд.)- М.: Машиностроение, 1988.
3. Федорець В.А., Педченко М.Н. и др. Гидроприводы и гидропневмоавтоматика станков. Уч.пос. Вища школа, 1987.-375 с.
4. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. – М.: Машиностроение, 1972. – 320 с.

### Додаткові інформаційні ресурси

1. Введение в мехатронику / Под ред. О.М.Яхно.- К.: НТУУ«КПИ», 2008.- 528с.
2. Башта Т.М. Гидравлические приводы летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1967.
3. Богданович Л.Б. Гидравлические приводы. – Киев.: Вища школа, 1980.
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. – М.: Машиностроение, 1982.
5. Погорелов В.И. Элементы и системы гидропневмоавтоматики. – Л.: Из-во Ленингр. Ун-



та, 1979. – 184 с.

6. Luhovskyi O. Enhancing the Efficiency of Ultrasonic Wastewater Disinfection Technology / O. Luhovskyi, I. Gryshko, I. Bernyk // ISSN 1063-455X, Journal of Water Chemistry and Technology, 2018, Vol. 40, No. 2, pp. 95–101.
7. Луговской А.Ф. Расчет ультразвуковых диспергаторов с составными пьезоэлектрическими преобразователями // Вестник Национального технического университета Украины «КПИ». Машиностроение. – 1998. - Вып.33. - С.291-296.

рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПІ та в методичному кабінеті кафедри;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач проектування гідравлічних систем.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Навчальна дисципліна опанується шляхом виконання самостійної роботи, під керівництвом викладача, у формі курсового проекту за індивідуальним завданням. Завдання курсового проекту є таким, що потребує знань і умінь розроблення нових зразків технічних систем або автоматизованого обладнання. Створення вказаних технічних систем або обладнання потребує використання компонентів різної фізичної природи, таких як електро-, пневмо-, гідро-, механічних та електронних з забезпеченням їх функціонування під управлінням програмованих контролерів в умовах взаємодії з середовищем експлуатації через сенсори та сигналізатори. Конфігурація технічної системи або автоматизованого обладнання, її складові частини, алгоритм і програма управління визначаються індивідуальним завданням студента. Задача вирішується студентом за допомогою застосування алгоритму проектування, методик виконання розрахунків.

#### 5.1. Орієнтовний план виконання курсового проекту

	Перелік основних питань та порядок їх опрацювання
1.	Підготовка інформаційного огляду про стан питання
2.	Формування технічного завдання на розробку нового вузла гідроприводу автоматизованої системи або автоматизованого обладнання
3.	Розробка структури гідравлічного вузла системи або автоматизованого обладнання
4.	Розробка принципової гідравлічної/електронної або комбінованої схеми системи керування. Виконання розрахунків.
5.	Підбір обладнання.
6.	Компонування та конструювання гідро автоматичної систем.
7.	Розроблення алгоритму керування.
8.	Оформлення графічних матеріалів та пояснювальної записки.
9.	Представлення проекту до захисту та його захист.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість <sup>25</sup> годин СРС
-------	------------------------	-----------------------------------

1.	Виконання проекту	40
2.	Підготовка до заліку	5

Самостійна робота студента

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В процесі навчання студенти мають виконувати наступні вимоги

- відвідувати лекційні, практичні та лабораторні заняття відповідно до розкладу без запізнь;
- студенти мають приймати активну участь в обговоренні дискусійних питань, які будуть запропоновані викладачем в ході занять та самостійно вирішувати;
- систематично готуватись до поточних занять виконуючи завдання для самостійної роботи;
- сприяти своєю поведінкою ефективному проведенню занять і не створювати зайвих перешкод (тримати мобільні телефони у відключеному стані).
- самостійно виконувати індивідуальні завдання з практичних занять та лабораторних робіт;
- сумлінно дотримуватись термінів захисту лабораторних робіт та індивідуальних завдань та перекладань;
- додержуватись академічної доброчесності.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: виконання календарного плану проекту.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання /зарахування усіх практичних робіт/ семестровий рейтинг більше 48 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала.

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 70 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- виконання завдань календарного плану;
- відповіді під час спілкування на консультаціях;

Відповіді на заліку оцінюються у 30 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За несвоєчасне виконання курсового проекту – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

**ОНП: Автоматизовані та роботизовані механічні системи**

*Якщо студент виконав умови РСО щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів або хоче підвищити поточну оцінку, виконує залікову контрольну роботу.*

*На заліку студенти захищають свій курсовий проект.*

*Критерії залікового оцінювання:*

- вичерпні відповіді на всі питання піл час захисту, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять, величин: 30 балів;*
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 20-25 балів;*
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів в пневматичних системах та пристроях: 15-20 балів;*
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 10-14 балів.*

### **Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- в процесі опанування навчальної дисципліни використовуються комп'ютерні програмні засоби для проектування. Також за бажанням студентів можуть бути використані інструментальні програми з аналогічними можливостями.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** професором, д.т.н., професором Луговським Олександром Федоровичем

**Ухвалено** кафедрою \_\_ПГМ\_\_ (протокол № 6 від 23.12.2020 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № \_6\_ від 25.\_01.2021\_р.)



# ЕЛЕКТРОГІДРОПНЕВМАТИЧНІ СИСТЕМИ З ФІЗИЧНО РІЗНОРІДНИМ КЕРУВАННЯМ

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (СИЛАБУС)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна) /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, викладається в одному семестрі (осінній)
Обсяг дисципліни	3 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, РГР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Галецький Олександр Сергійович,
Розміщення курсу	кампус

## Програма навчальної дисципліни

### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Електрогідропневматичні системи з фізично різномірним керуванням» (далі ЕГПА з ФРК) складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів знань особливостей роботи електрогідро- пневматичних систем з фізично різномірним керуванням, вмінь раціональної побудови систем і здатностей: критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик; розробляти системи керування для пневматичних приводів.

**Предметом навчальної дисципліни** є: принципи дії систем, що застосовують різномірні види енергії для силових виконавчих операцій та елементів систем керування ними. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів машинобудівної галузі.

**Програмні результати навчання:**

**Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною:** Здатність приймати обґрунтовані рішення при проектуванні систем із застосуванням фізично різними видами енергії, критично аналізувати та прогнозувати параметри працездатності нових та існуючих систем; здатність розробляти системи керування, раціонально підходити до створення нових та модернізації існуючих систем керування, створювати конкурентоспроможні системи автоматизації технічних об'єктів та систем, оцінювати ефективність існуючих, модернізованих чи розроблених систем.

**Знання:** архітектури будови систем, які мають носій енергії в різних фізичних формах та елементів автоматичного управління систем; принципів побудови алгоритмів керування засобами електрогідропневматичними системами з комбінованим варіантом систем керування; використання сучасних методів пошуку оптимальних рішень і раціональних параметрів технічних пристроїв; сучасних підходів, засобів і технічних рішень для створення сучасних автоматичних систем.

**Уміння:** застосовувати методики та методи створення електрогідропневматичних систем з фізично різнорідним керуванням відповідно до вимог та особливостей машинобудівної галузі; використовувати інноваційні технічні рішення і підходи до створення, проектування і модернізації у складі автоматизованих чи роботизованих комплексах.

**Досвід:** вибирати та застосовувати раціональні методи та технічні засоби для вирішення конкретних задач автоматизації в машинобудуванні; проводити оцінку ефективності систем; приймати рішення для раціоналізації технічних рішень при проектуванні чи модернізації об'єктів автоматизації з врахуванням технічних вимог та особливостей експлуатації.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Об'ємні гідро- і пневмомашини і гідропередачі», «Машинобудівна гідравліка», «Основи конструювання і проектування», «Фізика», «Дискретні системи керування виконавчими пристроями».

Результати вивчення дисципліни «Пневмопривод і пневмоавтоматика» є корисними для подальшого вивчення дисциплін: «Дискретні системи керування виконавчими пристроями», «Проектування агрегатів автоматизованих механічних систем», «Електропневмопривод», «Логічний синтез алгоритмів керування».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

1. Структура і будова систем з фізично різнорідним керуванням
2. Класифікація промислових роботів та особливості їх застосування
3. Різновиди виконавчих пристроїв промислових роботів
4. Системи програмного управління промисловими роботами
5. Інформаційні системи промислових роботів
6. Дистанційно керовані роботи та маніпулятори
7. Захватні пристрої промислових роботів
8. Роботизовані технологічні комплекси в машинобудуванні
9. Принципи керування промислових роботів

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Основні інформаційні ресурси

1. [Shuguang Li Particle robotics based on statistical mechanics of loosely coupled components / Shuguang Li, Richa Batra, David Brown, Hyun-Dong Chang, Nikhil Ranganathan, Chuck Hoberman, Daniela Rus & Hod Lipson // Nature, 2019 - nature.com;](#)
2. [Carmel Majidi Mechanics of fluid-elastomer systems in soft robotics / Carmel Majidi // Soft Machines Lab, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, United States // Available online 19 October 2018;](#)
3. [Maria Chiara Carrozza The Socialization of Robotics / Maria Chiara Carrozza // Scuola Superiore Sant'AnnaThe BioRobotics InstitutePisaItaly // 01 August 2018;](#)

4. Jonathan Aldrich; David Garlan Model-Based Adaptation for Robotics Software / Jonathan Aldrich; David Garlan; Christian Kaestner; Claire Le Goues // DOI: [10.1109/MS.2018.2885058](https://doi.org/10.1109/MS.2018.2885058), Print ISSN: 0740-7459, Electronic ISSN: 1937-4194, Date of Publication: 21 February 2019.

Додаткові інформаційні ресурси

1. P. Jamshidi, N. Siegmund, M. Velez, C. Kästner, A. Patel, Y. Agarwal, "Transfer learning for performance modeling of configurable systems: An exploratory analysis", Proc. IEEE/ACM Int. Conf. Automated Software Engineering, pp. 497-508, 2011.
2. D. Melicher, Y. Shi, A. Potanin, J. Aldrich, "A capability-based module system for authority control", Proc. European Conf. Object-Oriented Programming, pp. 20:1-20:27, 2017.
3. C. S. Timperley, A. Afzal, D. S. Katz, J. M. Hernandez, C. Le Goues, "Crashing simulated planes is cheap: Can simulation detect robotics bugs early?", Proc. IEEE Int. Conf. Software Testing Validation and Verification, pp. 331-342, 2018.
4. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Динамика пневматических приводов машин автоматом. - М. : Машиностроение, 1984. – 235 с.
5. Герц Е.В. Пневматические приводы. – М. : Машиностроение, 1989. – 359 с.

рекомендації та роз'яснення:

- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт

**Навчальний контент**

**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ*

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	<i>Лекція 1. Вступ. Структура і будова промислових роботів.</i> Завдання на СРС. Типи промислових роботів і відмінності в структурній будові. Література: [1]; [2].
2	<i>Лекція 2. Промислові роботи та їх класифікація.</i> Завдання на СРС. Особливості маркування промислових роботів. Література: [1]; [3]; [4].
3	<i>Лекція 3. Приводи промислових роботів.</i> Завдання на СРС. Мембранний пневмопривод. Електричні приводи. Література: [1]; [3].
4	<i>Лекція 4. Системи програмного управління промислових роботів.</i> Завдання на СРС. Структура позиційної системи програмного керування. Література: [3]; [4].
5	<i>Лекція 5. Інформаційні системи роботів.</i> Завдання на СРС. Структура контурної системи програмного керування. Література: [2]; [4].
6	<i>Лекція 6. Дистанційно керовані роботи і маніпулятори.</i> Завдання на СРС. Супервізорне управління. Література: [3].
7	<i>Лекція 7. Захватні пристрої промислових роботів.</i> Завдання на СРС. Вибір конструкції захватного пристрою. Некеровані захватні пристрої.

	<i>Література:</i> [3]; [4].
8	<i>Лекція 8. Роботизовані технологічні комплекси в машинобудуванні. Завдання на СРС. Загрузочні пристрої, класифікація і типи. Література:</i> [1]; [2]; [4].
9	<i>Лекція 9. Принципи проектування промислових роботів. Завдання на СРС. Точність маніпуляторів промислових роботів. Література:</i> [4].

### *Самостійна робота студента*

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	16
2.	<i>Виконання РР</i>	10
3.	<i>Підготовка до заліку</i>	10

## **Політика та контроль**

### **6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу І-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях.*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;*
- *використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;*
- *політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соціальних мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

### **7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)**

*Поточний контроль: експрес-опитування, практичні заняття.*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: залік.*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 60 балів.*

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо

Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них до 90 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час лабораторних/практичних занять (18 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахункової роботи (РР).

Відповіді на заліку оцінюються у максимум 20 балів.

Робота на практичних/лабораторних заняттях (максимум 48 балів):

- активна творча робота – 6 балів;
- плідна робота – 3 бали;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Виконання РГР:

- якісно виконана робота – 30 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 20 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 12 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 0,5 бала.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два запитання з різних тематичних розділів.

Критерії залікового оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять, величин: 20 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 10-15 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів дискретно-логічного керування: 5-10 балів;
- припускаються суттєві помилки, нерозуміння основних понять та фізичних процесів: до 0-5 балів.

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### • Приклад залікового білета

1. Типи промислових роботів і відмінності в структурній будові.
2. Позиційний привод на основі пневмогідролічного дозатору з програмним керуванням.

### • Рекомендована тематика РГР

Задача 1. Штамповка з автоматичною подачею деталей в робочу зону.

Задача 2. Управління пневмоциліндрами роликового пресу в роботизованому комплексі прокату.

Задача 3. Переміщення пакетів по конвеєру.

Задача 4. Чеканка пластмасових (композитних) деталей.



**ОНП: Автоматизовані та роботизовані механічні системи**

Задача 5. Операція склеювання деталей.

Задача 6. Сортування об'єктів виробництва.

Задача 7. Управління відкриттям та закриттям захисних екранів технологічного обладнання.

Задача 8. Управління роботою підйомника з контролем наявності деталі.

Задача 9. Управління висувними упорати технологічного процесу відрізання.

Задача 10. Управління переміщенням деталей в автоматизованій лінії.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Електрогідропневматичні системи з фізично різномірним керуванням**

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено доцентом кафедри, к.т.н., Галецьким Олександром Сергійовичем

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 6 від 23.12.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 6 від 25.01.2021 р.)



# ГІДРОПРИВОД З ПРОПОРЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна) /дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, викладається в одному семестрі (осінній)</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., , доцент, Ганпаніурова Оксана Сергіївна, <a href="mailto:ganpanturova@ukr.net">ganpanturova@ukr.net</a>, к.т.н., ст. викладач, Беліков Костянтин Олександрович, <a href="mailto:belikivka@gmail.com">belikivka@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=185132">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=185132</a> <a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=187244">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=187244</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Гідропривод з пропорційним керуванням» складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів здатностей: - розв'язувати складні практичні задачі автоматизації технічних об'єктів шляхом створення, налагодження, експлуатації та модернізації гідравлічних систем приводів із комбінуванням з засобами гідроавтоматики та робототехніки для технічних об'єктів різного призначення; проектувати конструкції, розраховувати та налагоджувати робочі параметри гідроапаратів з пропорційним керуванням та гідравлічних приводів, побудованих на їх основі.

**Предметом навчальної дисципліни** є: принципи дії, керування та контролю гідравлічного приводу з пропорційними керуванням і контролю у об'єктах експлуатаційного та виробничого призначення в різних галузях промисловості, складання та налагодження систем та пристроїв і модернізація гідроприводу з пропорційним керуванням автоматизованих мехатронних об'єктів. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів машинобудівної галузі.

**Програмні результати навчання :**

**Компетенцій, що формуються навчальною дисципліною:** здатність генерувати нові ідеї (креативність); здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; здатність використовувати базові уявлення про різноманітність підходів та засобів створення автоматизованих і роботизованих механічних систем з адаптивними алгоритмами функціонування і керування, до складу яких входять механічні, гідравлічні і електромеханічні компоненти; здатність використовувати базові уявлення про різноманітність технічних рішень та функцій механічних, електромеханічних, гідравлічних виконавчих пристроїв, пристроїв контролю і керування, що входять до складу автоматизованих і роботизованих механічних систем з адаптивними алгоритмами функціонування і керування; здатність виконувати структурний і логічний синтез та розробляти алгоритми та системи керування для автоматизованих і роботизованих механічних систем з механічними і гідравлічними компонентами.

**Знання:** знати основні принципи функціонування, будови та проектування конструкцій гідравлічних пристроїв з пропорційним керуванням; знати особливості побудови робочих характеристик та визначення динамічних параметрів клапанів з пропорційним керуванням; методи проектування і модернізації ефективних за експлуатаційними показниками систем керування гідроприводами мехатронних систем; типові розв'язки практичних задач розрахунку систем та конструювання пристроїв, що стоять перед інженером-розробником гідрофікованої мехатроніки.

**Уміння:** застосовувати методики, методи та інструментальні засоби проектування та розрахунку гідроприводів з пропорційним керуванням, сервоприводів та сервоклапанів та їх складових; проводити підбір пропорційних засобів контролю і керування, виконувати розрахунок системи; виконувати опис складу і роботи системи гідроприводів з пропорційним керуванням; узгоджувати елементний склад пропорційного гідроприводу з іншими компонентами мехатронної системи в залежності від умов і режимів експлуатації; розробляти логіку взаємодії виконавчих пристроїв; підвищувати ступінь та якість існуючих об'єктів шляхом модернізації системи керування та/або апаратного складу з використанням інноваційних підходів розробки мехатронних систем.

**Досвід:** вибору та використання методик та технічних засобів при проектуванні гідроприводу з пропорційним керуванням у складі мехатронних систем, практичної роботи із визначення робочих характеристик пропорційних гідроапаратів та виконавчих пристроїв; розробки та розрахунку багаторежимних систем гідроприводів з пропорційним керуванням на комплекті завдань, наближених до практичних потреб; оволодіння первинними знаннями та навичками побудови багаторежимних автоматизованих дискретних систем пропорційного і електрорелейного керування для приводів технічних об'єктів різноманітного призначення.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни**

Необхідне попереднє успішне оволодіння базовими знаннями та уміннями, набутими при опануванні першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 131 Прикладна механіка.

Результати вивчення дисципліни «Гідропривод з пропорційним керуванням» є корисними для подальшого вивчення дисциплін: «Моделювання та дослідження об'єктів мехатроніки», «Проектування мехатронних інтелектуальних систем», «Структурно-модульний синтез систем мехатроніки».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Пропорційні клапани - конструктивні особливості та режими роботи

Тема 1.1. Вступ. Завдання курсу. Історія розвитку. Галузі застосування систем із пристроями з пропорційним керуванням.

Тема 1.2. Типи пропорційних клапанів та принцип їх роботи.

Тема 1.3. Конструкція, призначення та принцип дії клапанів тиску з пропорційним

керуванням.

Тема 1.4. Конструкція, призначення та принцип дії пропорційних дроселів та клапанів витрати.

Тема 1.5. Конструкція, призначення та принцип дії розподільників з пропорційним керуванням.

Розділ 2. Робочі характеристики та параметри роботи клапанів з пропорційним керуванням

Тема 2.1. Основні характеристики пропорційних клапанів.

Тема 2.2. Робочі характеристики клапанів.

Тема 2.3. Динамічні параметри клапанів. Приклади типових схемних рішень з використанням клапанів з пропорційним керуванням

Розділ 3. Електроніка керування механотронних систем гідравтоматики.

Тема 3.1. Загальні визначення. Структурна схема електричної частини механотронних систем

Тема 3.2. Типи регульованих електромагнітів

Тема 3.3. Електроніка керування для пропорційних клапанів. Елементи електричних схем.

Тема 3.4. Підсилюючі карти для пропорційних клапанів

Розділ 4. Вступ до сервогидравліки.

Тема 4.1. Поняття сервоприводу. Галузі застосування сервоприводів.

Тема 4.2. Конструкція та принцип дії гідравлічних сервоприводів.

Тема 4.3. Гідропідсилювач першого каскаду сервоклапану. Типи зворотного зв'язку

Розділ 5. Практичні питання застосування приводів з пропорційним керуванням.

Тема 5.1. Вимоги до фільтрації робочих рідин гідросистем з пропорційними пристроями

Тема 5.2. Приклади діючих систем з використанням механотронних пристроїв

### Методичні рекомендації

*Програма складена для денної форми навчання. Для успішного засвоєння курсу слід передбачити тісний взаємозв'язок всіх видів занять – лекційних, самостійної роботи та лабораторних. Теоретичний матеріал, викладений на лекційних заняттях, є основою для вирішення практичних інженерних завдань, що виконуються під час лабораторних/практичних завдань на спеціалізованому дидактичному обладнанні фірми ФЕСТО. За час навчання студент виконує лабораторні роботи з гідравлічним обладнанням БошРексрот та Вікерс з пропорційним та електрорелейним контролем і керуванням, розробляє принципові та монтажні схеми для вирішення задач автоматизації різного рівня складності. Це дозволяє поглибити знання з кожної теми. З метою вивчення дисципліни під час самостійної роботи та лабораторних занять необхідно використовувати підручники, посібники та практикувати навички розв'язування реальних задач на дидактичному обладнанні. Проведення індивідуального консультування відбувається протягом курсу навчання.*

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Основні інформаційні ресурси

1. Шольц Д. Пропорциональная гидравлика. Основной курс: Учебник.- ДП „ФЕСТО”.- Киев.- 2002.- 123с.
2. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями [Електронний ресурс]:навч. Посіб / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова, К.О. Беліков, А.М. Муращенко; КПП ім. Ігоря Сікорського. –

**ОНП: Автоматизовані та роботизовані механічні системи**

- Електронні текстові дані (1 файл: 14,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 104 с.
3. Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. —Дискретні системи керування гідропневмоавтоматики (частина 4 Пропорційна гідравліка) Методичні вказівки до лабораторних робіт, для студентів спеціальності "Гідравлічні і пневматичні машини".- Київ: НТУУ«КПІ».- Вид. Біла Церква: ВАТ—Білоцерківська друкарня.- 2009.- 56с.
  4. Яхно О.М. та інш. Прикладна гідроаеромеханіка і мехатроніка / Під ред. Яхно О.М..- Вінниця: ВНТУ , 2019.- 711 с.
  5. Proportional Hydraulics. Workbook Basic Level/ D. Scholz, A. Zimmermann, Festo Didactic GmbH&Co, OCKER Ingenieurbüro, Denkendorf 1998, 352 S.
  6. Гидравлические средства автоматизации: Основной курс/Перевод на русский язык, изд-во: «Фесто дидактик КГ», Д-7300, Эсслинген.-1988.-410с.

Додаткові інформаційні ресурси

1. Ebel F., von Terzi M. Festo Didactic. Mechatronics.: Festo Didactic GmbH&Co., D73770 Denkendorf, 2000.- 108 S.
2. Elektrohydraulik: elektrische Steuerungen für Hydraulik.- Ruksaldruck, Berlin: Beuth.-1990.-90 S.
3. Mechatronik/ pod kier. Dietmara Schmida.- Polish edition REA, Warszawa.- 2002.- 384p.
4. Mobilhydraulik und Elektronik. Mannesmann Rexroth.- Bonitas-Bauer.- Würzburg.-1992.-416 S.
5. Proportional Hydraulics. Workbook Basic Level/ D. Scholz, A. Zimmermann, Festo Didactic GmbH&Co, OCKER Ingenieurbüro, Denkendorf 1998, 352 S.
6. Proportional- und Servoventil-Technik Der Hydraulik Trainer Band 2/ R. Ewald, J. Hutter, D. Kretz, A. Schmitt, Mannesmann Rexroth GmbH, Lohr am Main, Würzburg 1998, 304 S.
7. Абрамов Е.И., Колесниченко К.А., Маслов В.Т. Элементы гидропривода: Справочник. - Киев: Техника, 1977. - 322 с.
8. Губарев А.П. Дискретно-логическое управление в системах гидропневмоавтоматики: Учебное пособие.- К.: ИСМО, 1997.- 224с.
9. Губарев А.П., Левченко О.В. Мехатроніка: от структуры системы к алгоритму управления: Учеб. Пособие.- К.: НТУУ «КПІ», 2007.- 180с.
10. Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. Мехатроніка: Циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації.- Київ: НТУУ«КПІ».- ВАТ —Білоцерківська друкарня, 2016, 160с.
11. Свешников В.К. Гидрооборудование: Международный справочник. – ИЦ «Техинформ» МАИ, 2001 – 2003 (3 тома).
12. Экснер Х. Гидропривод. Основы и компоненты / Экснер Х., Фрейтаг Р., Гайс Х., Ланг Р. и др. // Бош Рекрот АГ, Эрбах, Германия, 2003. - 323 с.

Каталоги провідних виробниківAtos: <http://www.atos.com>Bosch Rexroth AG: <http://www.boschrexroth.de>Hawe: <http://www.hawe.de>OMRON: <http://www.omron.com.ua>Parker: <http://www.parker.com>Schneider Electric: <http://www.schneider-electric.com/>,<http://www.schneider-electric.com.ua/>, <http://www.schneider-electric.ru/>Siemens: <http://www.siemens.com>, <http://www.siemens.com.ua>Vickers: <http://www.hydraulics.eaton.com/>Рекомендації та роз'яснення:

- *Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПІ та в методичному кабінеті кафедри;*
- *Жодне джерело, як і всі джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу завдань до лабораторних робіт, самостійного розв'язання типових задач розробки схем та конструкцій і виконання індивідуальних завдань.*

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1.	<i>Вступ. Завдання курсу. Історія розвитку. Галузі застосування систем із пристроями з пропорційним керуванням Література: 1, 5, доп 1, 2, 6</i>
2.	<i>Конструкція, призначення та принцип дії клапанів тиску з пропорційним керуванням. Література: 1,2,5, доп 5, [каталоги виробників].</i>
3.	<i>Конструкція, призначення та принцип дії пропорційних дрeselів та клапанів витрати. Література: 1,2,5, доп 5, [каталоги виробників].</i>
4.	<i>Конструкція, призначення та принцип дії розподільників з пропорційним керуванням. Література: 1,2,3 5, доп 5, [каталоги виробників].</i>
5.	<i>Робочі характеристики клапанів з пропорційним керуванням Література: 1,2,3 5, доп 1,2,6,11, [каталоги виробників].</i>
6.	<i>Динамічні параметри клапанів. Приклади типових схемних рішень з використанням клапанів з пропорційним керуванням. Література: 1,2,3 5, доп 1,2,6,11, 12 [каталоги виробників].</i>
7.	<i>Електроніка керування механотронних систем гідравтоматики. Структурна схема електричної частини механотронних систем. Типи регульованих електромагнітів Література: 1, 5, доп. 5, 6</i>
8.	<i>Електроніка керування для пропорційних клапанів. Елементи електричних схем. Підсилюючі карти для пропорційних клапанів Література: 1, 5, доп. 5, 6</i>
9.	<i>Поняття сервоприводу. Галузі застосування сервоприводів Література: 1, 4, 5, доп. 1, 3, 6.</i>
10.	<i>Конструкція та принцип дії гідравлічних сервоприводів. Гідропідсилювач першого каскаду сервоклапану. Типи зворотного зв'язку Література: 1, 4, 5, доп. 1, 3, 6, [каталоги виробників].</i>
11.	<i>Вимоги до фільтрації робочих рідин гідросистем з пропорційними пристроями. Література: 1, 4, 5, доп. 7, 11, 12</i>
12.	<i>Приклади діючих систем з використанням механотронних пристроїв Література: 1, 2, доп. 6, 10, 12</i>

#### Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	36
2.	<i>Виконання МКР</i>	4
3.	<i>Підготовка до заліку</i>	8

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях.

- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;
- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;
- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

## 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

*Поточний контроль: експрес-опитування, лабораторні заняття.*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: залік.*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 40 балів.*

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

*Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 70 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:*

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час лабораторних (24 заняття);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

*Відповіді на заліку оцінюються у 30 балів.*

*Робота на лабораторних заняттях (максимум 48 балів):*

- захищена робота – 2 бали;
- активна творча робота – 1 бал;
- плідна робота – 0,5 бала;
- пасивна робота – 0 балів.

*Виконання МКР:*

- творчо виконана робота – 22 бали;
- повністю виконана робота – 19 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 16 балів;

**ОНП: Автоматизовані та роботизовані механічні системи**

– роботу виконано з певними помилками – 13 балів;

– роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

**Штрафні та заохочувальні бали:**

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 0,5 бала.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 1 штрафний бал за кожен тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

Студент отримує позитивну залікову оцінку без додаткових випробувань («автоматом») за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю, які визначені РСО.

Якщо студент виконав умови РСО щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів або хоче підвищити поточну оцінку, виконує залікову контрольну роботу.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання з різних тематичних розділів.

**Критерії залікового оцінювання:**

– вичерпні відповіді на всі питання білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять, величин: 30 балів;

– в деяких відповідях мають місце певні неточності: 20-25 балів;

– допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння принципу пропорційного керування засобами гідروприводу: 15-20 балів;

– припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 10-14 балів.

## **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

### **• Приклад питань залікової роботи**

1. Основні переваги та недоліки клапанів з пропорційним керуванням.
2. Функціональні особливості блока електронного підсилювача сигналів керування для клапанів з пропорційним керуванням.
3. Умовні позначення гідравлічних елементів з пропорційним керуванням.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Гідропривод з пропорційним керуванням**

**Складено:**

доцентом кафедри ПГМ, кандидатом технічних наук, доцентом Ганпанцуровою Оксаною Сергіївною

професором кафедри ПГМ, доктором технічних наук, професором Губаревим Олександром Павловичем

Ухвалено кафедрою \_ПГМ\_ (протокол № 6\_ від 23.12.2020)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 6 від 25 січня 2021 року)





# ЕЛЕКТРОПРИВОД З ПРОГРАМОВАНИМ КЕРУВАННЯМ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані і роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, 2 семестр
Обсяг дисципліни	3 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/Лабораторні роботи/РГР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/</a>
Мова викладання	Українська/Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції/практичні/лабораторні: к.т.н., ст. викладач, Беліков Костянтин Олександрович, belikovka@gmail.com
Розміщення курсу	

### Програма навчальної дисципліни

#### Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Електропривод з програмованим керуванням» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів (наукового і професійного спрямувань) з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Метою** викладання дисципліни «Електропривод з програмованим керуванням» є формування у студентів здатностей: визначати основні характеристики електроприводів різних видів; складати принципові схеми керування електроприводами; виконувати розрахунок і вибір обладнання для систем керування електроприводом; проводити вимірювання контрольних величин в системах керування електроприводом; розробляти алгоритми керування системами електроприводів.

**Предмет вивчення** дисципліни: класифікація електроприводів; базові конструкції електродвигунів і електромеханічних передач; контрольньо-вимірювальна апаратура; апаратура схем керування; принципи і закони керування електроприводами; засоби керування електроприводом.

**Навчання дозволить:** виконувати типові розрахунки з підбору обладнання систем керування електроприводом; розробляти принципові схеми і специфікації обладнання систем керування; розробляти алгоритми керування електроприводом і їх реалізація за допомогою програмного забезпечення.

#### Отримані компетентності:

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми, приймати обґрунтовані рішення, використовувати інформаційні і комунікаційні технології, в тому числі іншомовні, проводити дослідження на відповідному рівні

Спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування

**ОНП: Автоматизовані та роботизовані механічні системи**

*Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик*

*Застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв'язків*

*Здатність критичного осмислення проблем у навчанні, професійній і дослідницькій діяльності на рівні новітніх досягнень інженерних наук та на межі предметних галузей*

*Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки*

*Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук*

*Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження, обробляти результати експерименту на основі використання сучасних інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів*

*Здатність використовувати базові уявлення про різноманітність технічних рішень та функцій механічних, електромеханічних, гідравлічних та пневматичних виконавчих пристроїв, пристроїв контролю і керування, що входять до складу автоматизованих і роботизованих механічних систем з адаптивними алгоритмами функціонування і керування*

*Здатність використовувати сучасні методології і інструментальні засоби конструювання і проектування автоматизованих і роботизованих механічних систем з механічними, гідравлічними і пневматичними компонентами із забезпеченням певних функціональних можливостей*

*Здатність моделювати, визначати характеристики та функціональні можливості, визначати обмеження експлуатаційних режимів та оцінювати ефективність пневмо-гідро-електро-механічних компонентів та систем в складі автоматизованих та роботизованих технічних об'єктів*

*Здатність досліджувати, оптимізувати, визначати раціональні параметри та режими функціонування і керування та оцінювати експлуатаційну ефективність автоматизованих та роботизованих технічних об'єктів та їх складових з використанням комплексних критеріїв та системних підходів*

## **Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Для успішного засвоєння матеріалу з навчальної дисципліни Електропривод з програмованим керуванням студенту необхідно успішно пройти навчання з наступних дисциплін:*

*Загальна фізика; Теоретична механіка; Інформатика; Матеріалознавство; Теоретичні основи теплотехніки; Механіка матеріалів і конструкцій; Метрологія, стандартизація і сертифікація; Теорія механізмів і машин; Електротехніка і електроніка; Деталі машин і основи конструювання; Основи математичного моделювання фізично різноманітних систем; Проектування агрегатів автоматизованих механічних систем.*

*Результати навчання за дисципліною Компресорні машини можуть бути використані в подальшій науковій і інженерній діяльності, як в профільних дисциплінах, так і при роботі над кваліфікаційною роботою.*

### **Зміст навчальної дисципліни**

- 1. Класифікація електричних двигунів.*
- 2. Принципи роботи і конструкції двигунів постійного струму. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування.*

3. Принципи роботи і конструкції двигунів змінного струму. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування.
4. Принципи роботи і конструкції крокових двигунів. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування.
5. Принципи роботи і конструкції сервомоторів і сервоприводів. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування.
6. Основні елементи систем керування електродвигунами. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування.
7. Контролери, драйвери і перетворювачі частоти в системах керування двигунами. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування.
8. Електромеханічні передачі в мехатронних системах.
9. Перехідні процеси в електродвигунах.
10. Способи і засоби контролю вихідних параметрів електромеханічних систем.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник/ М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков та ін.; За ред. М. Г. Поповича, О. Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с
2. Макаров, А. М. Системы управления автоматизированным электроприводом переменного тока : учеб. пособие / А. М. Макаров, А. С. Сергеев, Е. Г. Крылов, Ю. П. Сердобинцев ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2016.– 192 с.
3. Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт., 2001. – 320 с., ил.
4. Моделювання електромеханічних систем: Підручник / Чорний О.П., Луговой А.В., Д.Й.Родькін, Сисюк Г.Ю., Садовой О.В.– Кременчук, 2001. – 410 с.
5. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений/ [М.П. Белов, О. И. Зементов, А.Е. Козярук и др.]; под ред. В.А. Новикова, Л.М. Чернигова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368с.
6. Розанов Ю.К. Электронные устройства электромеханических систем: учеб. заведений/ Ю.К. Розанов, Е.М. Соколова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272с.
7. Матеріали розділу HELP програмного забезпечення
8. Документація електроприводів і апаратури керування електроприводами.

#### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Класифікація електричних двигунів. Основні схеми підключення генераторів, моторів і опорів. Література: 3, 4, 5, 6
2.	Принципи роботи і конструкції двигунів постійного струму. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування. Література: 3, 4, 5, 6
3.	Принципи роботи і конструкції двигунів змінного струму. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування. Література: 3, 4, 5, 6
4.	Принципи роботи і конструкції крокових двигунів. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування. Література: 3, 4, 5, 6
5.	Принципи роботи і конструкції сервомоторів і сервоприводів. Основні характеристики.

	Схеми підключення. Області застосування. Література: 3, 4, 5, 6
6.	Основні елементи систем керування електродвигунами. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування. Література: 3, 4, 5, 6
7.	Контролери, драйвери і перетворювачі частоти в системах керування двигунами. Основні характеристики. Схеми підключення. Області застосування. Література: 3, 4, 5, 6
8.	<i>Перехідні процеси в електродвигунах.</i> Література: 1, 3, 4, 5, 6
9.	<i>Способи і засоби контролю вихідних параметрів електромеханічних систем.</i> Література: 1, 3, 4, 5, 6

*Самостійна робота студента*

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	
2.	<i>Підготовка до лабораторних занять</i>	
3.	<i>Підготовка до заліку</i>	

**Політика та контроль**

**Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях.*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;*
- *використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;*
- *політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

**6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

*Поточний контроль: експрес-опитування, практичні заняття.*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: залік.*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 40 балів.*

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре

74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 70 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час лабораторних/практичних занять (8 занять);
- виконання і захист лабораторних робіт (максимум 20 балів);
- виконання контрольних робіт (максимум 20 балів);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);

Відповіді на заліку оцінюються у 30 балів.

Робота на практичних/лабораторних заняттях (максимум 15 балів):

- активна творча робота – 1 бал;
- плідна робота – 0,5 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 0,5 бала.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання з різних тематичних розділів.

Критерії залікового оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять, величин: 30 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 20-25 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів дискретно-логічного керування: 15-20 балів;
- припускаються суттєві помилки, нерозуміння основних понять та фізичних процесів: до 15 балів.

## **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

1. Способи керування вихідними характеристиками електропривода
2. Типові елементи електросхем
3. Практичне завдання

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Компресорні машини**

#### **Складено:**

Старшим викладачем кафедри ПГМ, кандидатом технічних наук, Беліковим Костянтином Олександровичем

Ухвалено кафедрою \_ПГМ\_ (протокол № \_6\_ від \_23.12.20 р.\_)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № \_6\_ від 25.01.21р.\_)



# КУРСОВИЙ ПРОЕКТ З ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	1.5 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	2 атестації, залік
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=8d7c6815-a916-4732-b791-412420355f64">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=8d7c6815-a916-4732-b791-412420355f64</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, <a href="mailto:uzua@i.ua">uzua@i.ua</a>
Розміщення курсу	Електронний Кампус

### Програма навчальної дисципліни

#### Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Курсовий проект з особливостей проектування автоматизованих механічних систем» (далі КПОПАМС) складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

- **Метою навчальної дисципліни** є підсилення у студентів здатностей: - розв'язувати практичні задачі проектування технічних об'єктів шляхом створення, налагодження, експлуатації та модернізації стаціонарних та мобільних мехатронних систем на основі сенсорів, електромеханічних, електроннематичних та електрогідравлічних приводів з управлінням від контролеру з використанням інтелектуальних алгоритмів.

**Предметом навчальної дисципліни** є: метод проектування мехатронних об'єктів, принципи організації складних систем, принципи формування каналів керування, особливості виконання розрахунків кінематичної, механічної та електронної частин, особливості організації управління від контролеру та формування інтелектуальних властивостей. Питання розглядаються комплексно на прикладі автономного мобільного робота.

**Програмні результати навчання :**

**Компетенцій, що посилюються вибірковою дисципліною:** Здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до створення, тестування та експлуатації систем керування технічних об'єктів та систем, машин та механізмів із засобами механіки, гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки; здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до автоматизації технічних об'єктів та систем, машин та механізмів засобами механіки, гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки, створювати конкурентоспроможні технічні об'єкти, застосовувати критерії для оцінки їх функціональної, експлуатаційної, енергетичної та загальної ефективності.

**Знання:** знати основні принципи функціонування, будови та проектування мехатронних систем з інтелектуальними властивостями; методи розроблення кінематичних та принципових схем та виконання розрахунків основних параметрів механічних та електронних частин систем, структур програм та алгоритмів управління контролером взаємодією компонентів, та конструювання систем в цілому.

**Уміння:** застосовувати методика проектування, будувати структуру мехатронної системи, деталізувати структуру до кінематичних та принципових схем, виконувати розрахунки, вибирати обладнання, розробляти алгоритми та програми керування, налаштовувати, тестувати системи, перевіряти виконання системою заданих функцій та підтверджувати її інтелект.

**Досвід:** вибору та використання методик та технічних засобів при проектуванні мехатронних систем, практичної роботи з побудови систем та (або) її складових частин з їх налаштування та тестування, написання алгоритмів та програм керування з елементами штучного інтелекту.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Вивчення дисципліни «Курсовий проект з особливостей проектування автоматизованих механічних систем» ґрунтується на знаннях, здобутих студентами під час освоєння таких дисциплін, як «Вища математика», «Теоретична механіка», «Інформатика», «Фізика», «Інженерна графіка», «Комп'ютерна графіка», «Основи математичного моделювання фізично різнорідних систем». Знання, одержані при вивченні курсу, широко використовуються при подальшому вивченні таких дисциплін як «Гнучкі мехатронні системи».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

1. Підготовка інформаційного огляду про стан питання
2. Формування технічного завдання на розробку нового зразка технічної системи або автоматизованого обладнання
3. Розробка структури технічної системи або автоматизованого обладнання
4. Розробка кінематичної схеми механічної частини технічної системи або автоматизованого обладнання. Виконання розрахунків.
5. Розробка принципової електричної/пневматичної/гідролічної/електронної або комбінованої схеми системи керування. Виконання розрахунків.
6. Підбір обладнання.
7. Компонування та конструювання технічної системи або автоматизованого обладнання.
8. Розроблення алгоритму та програми керування.
9. Оформлення графічних матеріалів та пояснювальної записки.
10. Представлення проекту до захисту та його захист.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

1. Яхно О.М., Узунов О.В., Луговський О.Ф., Ковалев В.А., Мовчанюк А.В., Коц І.І., Губарев О.П. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка. Вінниця: ВНТУ, 2020. – 712с. id: 1683
2. Введение в мехатронику/ О.М. Яхно, А.В. Узунов, А.Ф. Луговской, А.П. Губарев, В.А. Ковалев, Ю.А. Пыжиков// К.: НТУУ «КПІ», 2008, ISBN 966-8454-19-7. - 528 с.
3. Узунов О.В. Моделювання та проектування автоматизованих мультифізичних систем та їх елементів. Для виконання графічно-розрахункових, курсових та дипломних робіт, групових лабораторних робіт, самостійних робіт, пов'язаних з розробкою, моделюванням, проектуванням та дослідженням мехатронних та гідропневматичних систем [Електронний

ресурс] :навч. посіб. для студ. Спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» та освітньої програми «автоматизовані і роботизовані механічні системи»/ О.В. Узунов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 125 с.

4. Назаренко І.І., Бернік І.М. Основи проектування і конструювання машин та обладнання виробництв. Нвчальний посібник для вищих навчальних закладів. Видавництво «Аргар Медіа Груп». -К.: - 2013, - 544.

5. Улли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduin/Freeduinoю – СПб.: БХВ-Петербург, 2013.- 256 с.

6. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. – М.: Машиностроение 1981. -483 с.

#### Додаткові інформаційні ресурси

1. Ertas, Atila. The engineering design process/Atila Ertas, Jesse C. Jones //John Wiley& Sons, Inc. 1993. -515р.

2. Буч, Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения/ Г. Буч. – М. : Конкорд, 1992. – 519с.

3.Узунов, А. Развивающаяся модель и алгоритм проектирования мехатронных объектов/ А. Узунов// Промислова гідравліка і пневматика. Всеукраїнський науково-технічний вісник, 2011. - №2(32). - С.87-90.

4.Балагурин, А.А. Экспериментальное исследование электрогидропривода со встроенной моделью/ А.А. Балагурин, А. В. Узунов// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – 2008. - №2 (49), ч.2. - С. 28-32.

5.Дьюхарст, С. Программирование на С++/ С. Дьюхарст, Старк К. – Киев НИПФ «ДиаСофт», 1993. - 272с.

6.Иринг, Ю. Проектирование гидравлических и пневматических систем/ Ю. Иринг. - Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1983. - 363с.

7.Коришунов, ЮМ. Математические основы кибернетики/ Ю.М. Коришунов. - Учебн. пособие для вузов.- М. : Энергия,1980. – 424с.

8.Нагорный, В.С. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем: Учеб. пособ. техн. вузов/ В.С. Нагорный, А.А. Денисов. - М. : Выси.шк., 1991. - 376с.

9.Растринин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами/ Л.А. Растринин. - М. : Со.радио, 1980. – 232с.

10.Цыпкин, Я.З. Основы теории обучающихся систем/ Я.З. Цыпкин. – М. : Наука, 1970. – 252с.

11.Шрейдер, Ю.А. Особенности описания сложных систем/ Ю.А. Шрейдер//Системные исследования: методол. пробл. Ежегодник, 1983. – М. : Наука,1983. – С.107-124.

12.Pahl, G. Engineering Design: A Systems Approach/ G. Pahl, W. Beitz// Springer-Verlag, Berlin, Heilderberg, New York, Tokyo, 2006 (2<sup>nd</sup> edition).

рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПІ та в методичному кабінеті кафедри;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач проектування мехатронних інтелектуальних систем;

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Навчальна дисципліна опанується шляхом виконання самостійної роботи, під керівництвом викладача, у формі курсового проекту за індивідуальним завданням. Завдання



курсів проекту є таким, що потребує знань і умінь розроблення нових зразків технічних систем або автоматизованого обладнання. Створення вказаних технічних систем або обладнання потребує використання компонентів різної фізичної природи, таких як електро-, пневмо-, гідро-, механічних та електронних з забезпеченням їх функціонування під управлінням програмованих контролерів в умовах взаємодії з середовищем експлуатації через сенсори та сигналізатори. Конфігурація технічної системи або автоматизованого обладнання, її складові частини, алгоритм і програма управління визначаються індивідуальним завданням студента. Задача вирішується студентом за допомогою застосування алгоритму проектування, методик виконання розрахунків та інструментальних засобів виконання обчислень (Матлаб, Сімулінк), конструювання (Компас/AutoCAD/SolidWorks), та програмування Arduino IDE.

### 5.1. Орієнтовний план виконання курсового проекту

Перелік основних питань та порядок їх опрацювання	
1.	Підготовка інформаційного огляду про стан питання
2.	Формування технічного завдання на розробку нового зразка технічної системи або автоматизованого обладнання
3.	Розробка структури технічної системи або автоматизованого обладнання
4.	Розробка кінематичної схеми механічної частини технічної системи або автоматизованого обладнання. Виконання розрахунків.
5.	Розробка принципової електричної/пневматичної/гідролічної/електронної або комбінованої схеми системи керування. Виконання розрахунків.
6.	Підбір обладнання.
7.	Компонування та конструювання технічної системи або автоматизованого обладнання.
8.	Розроблення алгоритму та програми керування.
9.	Оформлення графічних матеріалів та пояснювальної записки.
10.	Представлення проекту до захисту та його захист.

Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Виконання проекту	40
2.	Підготовка до заліку	5

### Політика та контроль

#### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В процесі навчання студенти мають виконувати наступні вимоги

- відвідувати лекційні, практичні та лабораторні заняття відповідно до розкладу без запізнь;
- студенти мають приймати активну участь в обговоренні дискусійних питань, які будуть запропоновані викладачем в ході занять та самостійно вирішувати;
- систематично готуватись до поточних занять виконуючи завдання для самостійної роботи;
- сприяти своєю поведінкою ефективному проведенню занять і не створювати зайвих перешкод (тримати мобільні телефони у відключеному стані).

- самостійно виконувати індивідуальні завдання з практичних занять та лабораторних робіт;
- сумлінно дотримуватись термінів захисту лабораторних робіт та індивідуальних завдань та перескладань;
- додержуватись академічної доброчесності.

## 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

*Поточний контроль: виконання календарного плану проекту.*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: залік.*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання /зарахування усіх практичних робіт/ семестровий рейтинг більше 48 балів.*

*Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:*

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100-95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94-85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84-75</i>	<i>Добре</i>
<i>74-65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64-60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

*Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала.*

*Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 70 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:*

- виконання завдань календарного плану;
- відповіді під час спілкування на консультаціях;

*Відповіді на заліку оцінюються у 30 балів.*

*Штрафні та заохочувальні бали:*

*За несвоєчасне виконання курсового проекту – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).*

*Якщо студент виконав умови PCO щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів або хоче підвищити поточну оцінку, виконує залікову контрольну роботу.*

*На заліку студенти захищають свій курсовий проект.*

*Критерії залікового оцінювання:*

- вичерпні відповіді на всі питання під час захисту, а також на додаткові питання, чітко визначення всіх понять, величин: 30 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 20-25 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів в пневматичних системах та пристроях: 15-20 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 10-14 балів.

### **Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *в процесі опанування навчальної дисципліни використовуються учбові обладнання – мобільні роботи з гнучкою архітектурою, середовище програмування Arduino IDE та комп'ютерні програмні засоби для моделювання типу Tinkercad Arduino. Також за бажанням студентів можуть бути використані інструментальні програми з аналогічними можливостями.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено професором, д.т.н., професором, Узуновим Олександром Васильовичем

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 6 від 23.12.20)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 6 від 25.01.21)



# МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ (ММСП)

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна) /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	2 курс, викладається в одному семестрі (осінній)
Обсяг дисципліни	3,5 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, ДКР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=4eb28dae-e87f-4cdb-9f7e-89bd4d68730d">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=4eb28dae-e87f-4cdb-9f7e-89bd4d68730d</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор, Яхно Олег Михайлович, <a href="mailto:tudasuda@ua.fm">tudasuda@ua.fm</a>
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=6112">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=6112</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання систем та процесів» (далі ММСП) складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів здатностей: - розв'язувати практичні задачі які стосуються нових реологічних моделей поведінки матеріалів та їх застосування для дослідження актуальних.

**Предметом навчальної дисципліни** є: реологічні моделі при дослідженні деяких практичних проблем холодного та гарячого пресування пористих і порошкових матеріалів. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів машинобудівної галузі.

**Програмні результати навчання :**

**Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною:** Здатність приймати обґрунтовані рішення. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні. Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик; Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки; Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки

**Знання:** орієнтуватися в механічних визначальних моделях поведінки матеріалів і ефективніше їх використовувати як для якісного дослідження систем і процесів на основі аналізу однорідних напружено-деформованих станів, так і для кількісного моделювання методом скінчених елементів.

**Уміння:** Практично використовувати сучасні методи пошуку оптимальних рішень і раціональних параметрів технічних пристроїв і автоматизованих систем засобами математичного, імітаційного та комп'ютерного моделювання, системного аналізу, зокрема і за умов неповної та суперечливої інформації.

**Досвід:** Обирати оптимальні та розробляти нові методи досліджень, використовувати теорії експерименту, методики планування експерименту, оцінки достовірності результатів, методів аналізу експериментальних даних для побудови на їх основі математичних моделей, зокрема з використання новітніх методів на основі використання інформаційних технологій.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Гідроавтоматика і керування», «Гідропривод з пропорційним керуванням», «Електрогідро-пневматичні системи з фізично різномірним керуванням», «Особливості проектування автоматизованих механічних».

Результати вивчення дисципліни «Математичне моделювання систем та процесів» є корисними для подальшого вивчення дисциплін: «Виконання магістерської дисертації», «Науководослідна практика».

## 3. Зміст навчальної дисципліни

1. Основні поняття та характеристики математичних методів моделювання. Визначення математичної моделі..
2. Механічні і математичні моделі. Реологічні властивості суцільного середовища. Схема Рейнера.
3. Поняття про тензор напружень, тензор деформацій і тензор швидкості деформації. Основні реологічні закони для Ньютонівських пластичних та в'язко-пластичних середовищ.
4. Основні рівняння що характеризують рух та деформацію в суцільному середовищі. Рівняння Нав'є-Стокса, Генки-Іллюшина, рівняння Рейнера.
5. Одержання критеріїв подібності для середовища з різними реологічними властивостями. Їх загальна характеристика і приклади застосування.
6. Аналіз деяких узагальнених математичних моделей механічних системах і процесах. Граничні умови, область застосування.
7. Визначальні співвідношення за нормальним дисипативним механізмом.
8. Деякі узагальнення моделей пластичної течії.
9. Ефективні модулі пружності пористого тіла. Пружно-в'язка аналогія. Теорія лінійно-в'язкої течії пористих тіл.
10. Деякі однорідні задачі гарячого пресування ..
11. Нелінійно-в'язка течія пористих тіл.
12. Комп'ютерне моделювання гарячого пресування пористих матеріалів. Типи граничних умов

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Основні інформаційні ресурси

1. Л.Г. Лойцанский Механика жидкости и газа. – М.: «Наука», 1970 г. – 904 с.
2. О.М. Яхно, В.М. Матега Технічна гідродинаміка та гідродинамічні решітки. – Чернівці, 2005 р. – 220 с.
3. Ф.Р. Ейрих Реология. Теория и приложения. – Мир, 1962 г. – 824 с.
4. Ё1
5. ЄждлорМСЧ|Мирзаджанзаде А.Х. Вопросы гидродинамики вязко-пластичных и вязких жидкостей в нефтепереработке. – Баку, 1959 г. – 560 с.
6. В.Б. Струтинський Математичне моделювання процесів та систем механіки. – Підручник. – Житомир: ЖІТІ, 2001 р. – 621 с.

7. М. Б. Штерн и др. Феноменологические теории прессования порошков. Киев: Наукова думка, 1982. – 140 с.

Додаткові інформаційні ресурси

1. В.В. Скороход. Реологические основы теории спекания. – Киев: Наукова думка, 1976. – 149 с.
2. В.И. Кузьменко, В.Ф. Балакин. Решение на ЭВМ задач пластич. деформир. – Киев: Техніка, 1990. – 136 с.
3. М.В. Сторожев, Е.А. Попов. Теория обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
4. Жермен П. Курс механики сплошных сред. – М.: Высшая школа, 1983. – 399 с.
5. Р. Кристенсен. Введение в механику композитов. – М.: Мир, 1982. – 334 с.
6. М. Б. Штерн, В. Д. Рудь. Механічні та комп'ютерні моделі консолідації гранульованих середовищ на основі порошків металів і кераміки при деформуванні та спіканні. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 232 с.

*рекомендації та роз'яснення:*

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КІІ та в методичному кабінеті кафедри;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач проектування дискретних систем керування гідرو- і пневмоприводами;

**Навчальний контент**

**5.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

**ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ**

	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1.	Вступ. Основні поняття та характеристики математичних методів моделювання.
2.	Визначення математичної моделі. Література: [4], с.14-16 Завдання СРС: підготовка до лекції, аналіз можливих похибок при складанні математичних моделей.
3.	Механічні і математичні моделі. Реологічні властивості суцільного середовища. Схема Рейнера. Література: [4], с.19-25 Завдання СРС: підготовка до лекції, символічні функції можливих залежностей, що використовуються в математичних моделях, поглиблене ознайомлення з побудовою математичної моделі з використанням пакету програм SIMULINK.
4.	Поняття про тензор напружень, тензор деформацій і тензор швидкості деформації.
5.	Основні реологічні закони для Ньютонівських пластичних та в'язко-пластичних середовищ. Література: [1], с.63,86,90. Завдання СРС: підготовка до лекції.
6.	Основні рівняння що характеризують рух та деформацію в суцільному середовищі.
7.	Рівняння Нав'є-Стокса, Генки-Іллюшина, рівняння Рейнера. Література: [2], с.105-106, [1], с.113-114
8.	Одержання критеріїв подібності для середовища з різними реологічними властивостями. Їх загальна характеристика і приклади застосування.

	Література: [2], с.115-118
9.	Аналіз деяких узагальнених математичних моделей механічних системах і процесах. Граничні умови, область застосування. Література: [2], с.113-114 Завдання СРС: підготовка до лекції, вивчення методів одержання критеріїв подібності на основі диференційних рівнянь стану середовища.

*Самостійна робота студента*

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до аудиторних занять	41
2.	Підготовка ДКР	10

### Політика та контроль

#### Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу І-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;
- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;
- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

#### Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування, практичні заняття.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 40 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

**ОНП: Автоматизовані та роботизовані механічні системи**

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 70 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час лабораторних/практичних занять (16 занять);
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);

Відповіді на заліку оцінюються у 30 балів.

Робота на практичних/лабораторних заняттях (максимум 15 балів):

- активна творча робота – 1 бал;
- плідна робота – 0,5 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Відповіді на заліку оцінюються у 30 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 0,5 бала.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання з різних тематичних розділів.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять, величин: 30 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 20-25 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів дискретно-логічного керування: 15-20 балів;
- припускаються суттєві помилки, нерозуміння основних понять та фізичних процесів: до 15 балів.

## **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

### **• Приклад екзаменаційного білета**

1. Аналіз деяких узагальнених математичних моделей механічних системах і процесах. Граничні умови, область застосування.
2. Вивчення методів одержання критеріїв подібності на основі диференціальних рівнянь стану середовища.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): ММСК**

**Складено:**

професором кафедри ПГМ, доктором технічних наук, професором Яхном Олегом Михайловичем  
**Ухвалено** кафедрою \_ПГМ\_ (протокол № 6 від 23.12.20)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 6 \_\_ від 25.01.21)





# ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ПРИВОДІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна) /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	2 курс, викладається в одному семестрі (осінній)
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, ДКР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Левченко Олег Васильович, <a href="mailto:tudasuda@ua.fm">tudasuda@ua.fm</a>
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=6112">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=6112</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Прогнозування енергоефективності систем приводів» (далі ПЕСП) складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

**Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів здатностей: - розв'язувати практичні задачі систем електропневмоприводу, - виконувати модернізацію та реінжиніринг мехатронних систем на основі новітніх розробок та підходів до створення автоматизованих об'єктів гідропневмоавтоматики і мехатроніки зі складними алгоритмами експлуатації.

**Предметом навчальної дисципліни** є: принципи дії систем мобільного гідро- та пневмоприводів, автоматизація технічних об'єктів засобами електропневмоприводу та електрорелейних схем, складання та налагодження прототипів систем керування, модернізація систем керування. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів машинобудівної галузі.

#### **Програмні результати навчання :**

**Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною:** Здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до створення, тестування та експлуатації систем керування технічних об'єктів та систем, машин та механізмів із засобами механіки, гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки; здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до автоматизації технічних об'єктів та систем, машин та механізмів засобами механіки, гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки, створювати конкурентоспроможні технічні об'єкти, застосовувати критерії для оцінки їх функціональної, експлуатаційної, енергетичної та загальної ефективності.

**Знання:** знати основні підходи керування в мобільних системах; методи синтезу, технічні засоби керування в промислових системах електропневмоприводу.

**Уміння:** застосовувати методики та методи проектування систем електропневмоприводу відповідно до вимог та особливостей машинобудівної галузі; використовувати спеціальні методи при створенні пневматичних та гідравлічних систем керування в задачах автоматизації об'єктів машинобудування.

**Досвід:** вибирати та застосовувати раціональні методи та технічні засоби для вирішення конкретних задач електропневмоприводу в машинобудуванні; проводити оцінку ефективності систем керування електропневмоприводу; обирати раціональні технічні засоби відповідно до конкретних практичних задач; складати, налагоджувати, корегувати системи керування мобільних машин з пневматичними, електрорелейними і гідравлічними пристроями.

## **2.Пререквізити та постреквізити дисципліни**

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та вміннями, набутими при вивченні дисциплін «Об'ємний гідропривод», «Машинобудівна гідравліка», «Деталі машин», , «Основи конструювання і проектування».

Результати вивчення дисципліни «Електропневмопривод» є корисними для подальшого вивчення дисциплін: «Основи гідроавтоматики», «Проектування агрегатів автоматизованих механічних систем».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

1. Напрямки застосування електропневмоприводу.
2. Загальні відомості про склад та призначення систем електропневмоприводу.
3. Принципи реалізації логічної послідовності роботи електропневмоприводу.
4. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням таблиць стану системи.
5. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням крокових діаграм.
6. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням GRAFCET.
7. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням функціональних графів.
8. Електропневмопривід з контролем по положенню робочого органу виконавчих пристроїв.
9. Реалізація електропневмоприводу з використанням контролю по зусиллю на робочому органі виконавчого пристрою.
10. Реалізація електропневмоприводу з використанням контролю по тиску.
11. Контроль по часу в електропневмоприводі з виконавчими пристроями обертального руху.
12. Класи логічної складності систем електропневмоприводу.
13. Логічно-невизначені системи електропневмоприводу.
14. Основи проектування та вибору обладнання систем електропневмоприводу.

## **4.Навчальні матеріали та ресурси**

### Основні інформаційні ресурси

1. Яхно О.М. та інші. Прикладна гідроаеромеханіка і мехатроніка / Під ред. Яхно О.М.- Вінниця: ВНТУ, 2019.- 711 с.
2. Ölhydraulik, Handbuch der hydraulischen Antriebe und Steuerungen, Dietmar Findeisen, Siegfried Helduser, 6. Auflage, ©Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015, DOI 10.1007/978-3-642-54909-0
3. Synthesis of discrete drives control systems, M. Cherkashenko, Hydraulic machines and hydrounits 1322 (46), 4-9
4. Hydraulik, Grundlagen, Komponenten, Systeme, Dieter Will, Norbert Gebhardt, 6. Auflage, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, DOI 10.1007/978-3-662-44402-3
5. Mobile equipment hydraulics: a systems and troubleshooting approach, Ben Watson, © 2011 Delmar, Cengage Learning
6. Synthesis of control schemes for hydroficated automation objects.- GmbH & Co. KG. Printed in Germany, 2018 Y. Sokol, M. Cherkashenko, etc

### Додаткові інформаційні ресурси

1. Lisa Guana, Guangnan Chenb Pumping Systems: Design and Energy Efficiency / Encyclopedia of Energy Engineering and Technology, Second Edition, 2015.
2. Parr Andrew. Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide, Publisher: Butterworth-Heinemann Ltd, 2011.
3. Elliott Brian. Compressed Air Operations Manual, McGraw-Hill Education, 2006.

4. Wu, P., Lai, Z., Wu, D., Wang, L. (2014). "Optimization Research of Parallel Pump System for Improving Energy Efficiency". *Journal of Water Resources Planning and Management*, DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000493.
5. Miller, R., Liberi, T., Scioscia, J. *Analyzing Pump Energy through Hydraulic Modeling / Pipelines 2015*. pp. 869-877.
6. Peña, Oscar R., Leamy, Michael J. *An efficient architecture for energy recovery in hydraulic elevators / International Journal of Fluid Power*, Vol. 16, no. 2, 2015. pp. 83-98. <https://doi.org/10.1080/14399776.2015.1055991>
7. Subramanya K., *Fluid Mechanics and Hydraulic Machines: Problems and Solutions, Paperback – 26 July 2010*.
8. Bin Zhang, Jien Ma, *Analysis of the flow dynamics characteristics of an axial piston pump based on the computational fluid dynamics method, Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics, Volume 11, 2017 - Issue 1*
9. Helduser, S.: *Grundlagen elektrohydraulischer Antriebe und Steuerungen, 1. Aufl. Vereinigte Fachverlage, Mainz (2013). ISBN 978-3-7830-0387-1*
10. Scherf, H.E.: *Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme (mit Matlab- und Simulink-Beispielen). Oldenbourg Verlag, München, Wien (2003)*
11. Egeland, O., Gravdahl, J.T.: *Modeling and Simulation for Automatic Control. Marine Cybernetics, Trondheim, Norway (2002)*

рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КІП та в методичному кабінеті кафедри;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач проектування дискретних систем керування гідро- і пневмоприводами;

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Напрямки застосування електропневмоприводу. Література: 1 (вступ, розд.3, 4, 5), 3 (вступ, розд.1,2), 5 доп (с. 8 – 22), 8 – 11 доп.
2.	Загальні відомості про склад та призначення систем електропневмоприводу. Література: 1 (вступ, розд. 4), 3 (вступ, розд.1,2)
3.	Принципи реалізації логічної послідовності роботи електропневмоприводу. Література: доп. 8-11 [каталоги виробників].
4.	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням таблиць стану системи. Література: 3 розд.4), 5 доп. (с. 3 – 26)
5.	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням крокових діаграм. Література: 1 (розд 4), 3 (розд.2)
6.	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням GRAFCET. Література: 3 (розд.2) 4 доп.
7.	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням функціональних графів. Література: 1 (розд 5), 3 (розд.2), 5
8.	Електропневмопривід з контролем по положенню робочого органу виконавчих пристроїв. Література: доп. 5,6, доп. 8-11 [каталоги виробників].
9.	Реалізація електропневмоприводу з використанням контролю по зусиллю на робочому органі виконавчого пристрою. Література: доп. 5,6, доп. 8-11 [каталоги виробників].
10.	Реалізація електропневмоприводу з використанням контролю по тиску.

	Література: доп. 5,6, доп. 8-11 [каталоги виробників].
11.	Контроль по часу в електропневмоприводі з виконавчими пристроями обертального руху. Література: доп. 5,6, доп. 8-11 [каталоги виробників].
12.	Класи логічної складності систем електропневмоприводу. Література: 3 (розд.2,3,4)
13.	Логічно-невизначені системи електропневмоприводу. Література: 1 (вступ, розд 5,6), 3 (розд.2), 4
14.	Основи проектування та вибору обладнання систем електропневмоприводу. Література: 3 (розд.2, 4)

#### Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до аудиторних занять	42
2.	Підготовка до екзамен	14

### Політика та контроль

#### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу І-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;
- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;
- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

#### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування, практичні заняття.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 40 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 70 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час лабораторних/практичних занять (16 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання доцашньої контрольної роботи (ДКР)

Відповіді на екзамені оцінюються у 30 балів.

Робота на практичних/лабораторних заняттях (максимум 48 балів):

- активна творча робота – 1 бал;
- плідна робота – 0,5 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Виконання ДКР:

- творчо виконана робота – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 0,5 бала.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання з різних тематичних розділів.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять, величин: 30 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 20-25 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів дискретно-логічного керування: 15-20 балів;
- припускаються суттєві помилки, незрозуміння основних понять та фізичних процесів: до 15 балів.

## **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

### **• Приклад екзаменаційного білета**

1. Принципи реалізації логічної послідовності роботи електропневмоприводу.
2. Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням GRAFCET.
3. Логічно-невизначені системи електропневмоприводу.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): ПЕСП**

**Складено:**

доцентом кафедри ПГМ, кандидатом технічних наук, доцентом Левченком Олегом Васильовичем

**Ухвалено** кафедрою \_ПГМ\_ (протокол № 6 від 23.12.20)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 6\_\_ від 25.01.21)