



МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАТРОННИХ 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	Прикладна механіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, викладається в одному семестрі (осінній/весняний)
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/МКР/практичні роботи
Розклад занять	Лекції 36 годин, практичних робіт 18 годин (2 години лекції та 1 години прак.р. на тиждень), 66 СРС, http://rozklad.kpi.ua/Schedules/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., , доцент, Левченко Олег Васильович, tudasuda@ua.fm
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=6112

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Математичне моделювання і прогнозування енергоефективності мехатронних систем» (далі ММіПЕМС) складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра 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 пневмоприводом, 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 умінями, набутими при вивченні дисциплін «Об'ємний гідропровід», «Машинобудівна гідравліка», «Деталі машин», , «Основи конструювання і проектування».

Результати вивчення дисципліни «Електропневмопривід» 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. Яхна 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 Energy Engineering and Technology, Second Edition, 2015.

Додаткові інформаційні ресурси

8. Parr Andrew. Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide, Publisher: Butterworth-Heinemann Ltd, 2011.
9. Elliott Brian. Compressed Air Operations Manual, McGraw-Hill Education, 2006.
10. 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.
11. Miller, R., Liberi, T., Scioscia, J. Analyzing Pump Energy through Hydraulic Modeling / Pipelines 2015. pp. 869-877.
12. 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>
13. Subramanya K., Fluid Mechanics and Hydraulic Machines: Problems and Solutions, Paperback – 26 July 2010.
14. 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
15. Helduser, S.: Grundlagen elektrohydraulischer Antriebe und Steuerungen, 1. Aufl. Vereinigte Fachverlage, Mainz (2013). ISBN 978-3-7830-0387-1
16. Scherf, H.E.: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme (mit Matlab- und Simulink-Beispielen). Oldenbourg Verlag, München, Wien (2003)
17. 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 гідرو- 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)

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№	Тема практичної роботи	Кількість годин
1	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням таблиць стану системи.	2
2	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням крокових діаграм.	2
3	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням GRAFCET	2
4	Розробка логіки роботи електропневмоприводу з використанням функціональних графів.	2
5	Вивчення принципу роботи електропневмоприводу з контролем по положенню робочого органу виконавчих пристроїв.	2
6	Вивчення принципу роботи електропневмоприводу з використанням контролю по зусиллю на робочому органі виконавчого пристрою.	2
7	Вивчення принципу роботи електропневмоприводу з використанням контролю по тиску.	2
8	Вивчення принципу роботи логічно-невизначених систем електропневмоприводу. Ознайомлення з основами проектування та вибору обладнання систем електропневмоприводу.	4

6. Самостійна робота студента

120 – 36 – 18 = 66.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до лекцій	20
2.	Підготовка до практичних занять	36
3.	Підготовка до лабораторних занять. Не передбачено	-
4.	Виконання РГР Не передбачено	-
5.	Виконання ДКР Не передбачено	-
6.	Виконання МКР	4
7.	Підготовка до заліку	6
8.	Підготовка до екзамену Не передбачено	-
	Всього:	66

7. 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.

8. 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 програми.

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 модульної контрольної роботи (МКР);

Відповіді на заліку оцінюються у 30 балів.

Робота на практичних/лабораторних заняттях (максимум 62 бали):

- активна творча робота – 7,75 балів;
- плідна робота – 6 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 – 1 бала, але не більше 6 балів.

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.

9. 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): ММіПЕМС

Складено:

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

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 17 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № 11 від 27 червня 2025 року).