



Електропривод_машин і установок

Електропривод_машин і установок нафтогазових установок

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/очна (вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 рік навчання, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредита 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Пермяков Віктор Миколайович, тел. 050-382-12-09, email: zemzmm@ukr.net¹</i> <i>Практичні / Семінарські: к.т.н., доцент, Пермяков Віктор Миколайович, тел. 050-382-12-09, email: ptvpvn@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Доступний на платформі «Сікорський». Код доступу надається викладачем на першому занятті.</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів теоретичних знань з питань побудови типового автоматизованого електропривода в цілому, а також практичних навиків проведення розрахунку та настроювання відповідних систем. По-друге, отримання студентами теоретичних знань з питань вибору системи автоматизованого електропривода для конкретного механізму в цілому, а також практичних навиків проектування сучасних систем електропривода для різних машин та установок з урахуванням специфіки та особливостей їх функціонування. Вивчення лекційного матеріалу даної дисципліни орієнтовано на широке застосування мультимедійної техніки, а практичні заняття доповнюються обов'язковим використанням персональних комп'ютерів.

¹ Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

Основним завданням вивчення дисципліни є оволодіння студентами знанням основних узагальнених методів побудови базових та сучасних систем електроприводу основних механізмів машин і установок, вміти їх використовувати при багатокритеріальному аналізі технологічних режимів роботи конкретних установок.

Предметом навчальної дисципліни є системи керування електроприводами машин та установок.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (K11) здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР); (K23) здатність розробляти робочу проектну й технічну документацію з перевіркою відповідності розроблювальних проектів і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам; (K24) здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з розробкою автоматичних систем керування, оцінювати накопичений досвід; (K25) здатність застосовувати методи теорії автоматичного керування, системного аналізу та числових методів для розроблення математичних моделей електротехнічних та мехатронних комплексів, аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

Уміння: (ПР06) застосовувати мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПР08) обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками; (ПР17) розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем. (ПР20) застосовувати методи оптимізації при проектування електротехнічних та мехатронних систем та комплексів (ПР21) використовувати, розраховувати та досліджувати цифрові та нелінійні регулятори технологічних процесів, використовуючи сучасне електротехнічне обладнання.

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

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Електропривод машин установок. Електропривод машин і установок нафтогазових установок» є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують інженерні завдання у сфері електротехніки та при вивченні таких дисциплін: «Електропривод», «Автоматизований електропривод машин і установок», «Моделювання електротехнічних та мехатронних систем» тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

- **Розділ 1. Вступ до дисципліни**
- Тема 1.1. Принцип побудови типових систем автоматизованого електропривода .
- Тема 1.2. Структура систем керування електроприводом
- **Розділ 2. Типові системи автоматизованого електропривода постійного струму**
- Тема 2.1. Електропривод за системою ТЗ-Г-Д
- Тема 2.2. Електропривод за системою ТП-Д
- .
- **Розділ 3. Типові системи автоматизованого електропривода змінного струму**
- Тема 3.1. Електропривод за системою ТРН-АД .
- Тема 3.2. Електропривод за системою АВК
- Тема 3.3. Електропривод за системою ПЧ-АД

Тема 3.4. Электропривод за системою БПЧ-АД

Розділ 4. Сучасні типові системи автоматизованого частотно-регульованого електропривода ЧРП

Тема 4.1. Принципи побудови силового каналу ЧРП

Тема 4.2. Принципи побудови систем керування ЧРП

Базова література:

1. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 576 с.
2. Онищенко Г.Б. Автоматизированный электропривод промышленных установок. – М.: РАСХН – 2001. – 520 с.
3. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, О.И. Остриров; под ред. В.М. Терехова. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.

9.2.Допоміжна література:

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. Півняк Г.Г., Волков О.В. Сучасні частотно-регульовані асинхронні електроприводи з широтно-імпульсною модуляцією: Монографія. - Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2006. – 470 с. Рос. мовою.
3. Шевченко І.С. та ін. Електромеханічні і енергетичні процеси в синхронному електроприводі: Навч. посіб. / І.С. Шевченко, Д.І. Морозов, Н.І. Андреєва. – Алчевськ: ДонДТУ, 2011. – 396 с.
4. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; Под ред. И.Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.
5. Ильинский Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.
6. Лимонов Л.Г. Автоматизированный электропривод промышленных механизмов. – Х.: - Изд-во «ФОРТ», 2009. – 272 с.
7. Москаленко В.В. Электрический привод: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Москаленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
8. Онищенко Г.Б. Электрический привод: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.Б. Онищенко. 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.

9.3. Інформаційні ресурси

<http://uk.wikipedia.org> – Веб-сайт відомої у світі електронної енциклопедії

<http://www.exponenta.ru> – Освітній математичний веб-сайт

<http://www.forum.softweb.ru> – Веб-сторінка форуму математичного та інженерного програмного забезпечення

<http://model.exponenta.ru> – Веб-сайт моделювання систем та явищ

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[5]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1-2	<p>Лекція 1. Загальна схема типового автоматизованого електропривода. Призначення елементів силового каналу електропривода. Основні блоки керуючого каналу та інформаційної частини, їх функції.</p> <p>Лекція 2. . Електропривод за системою ТЗ-Г-Д. Структурна схема замкненої системи ТЗ-Г-Д, розрахунок параметрів, рівняння та графічна ілюстрація механічних характеристик, настроювання статичної для верхньої та нижньої границі діапазону регулювання.</p>
3-4	<p>Лекція 3. Типова функціональна схема автоматизованого електропривода за системою ТП-Д з підлеглим регулюванням швидкості та струму, призначення елементів, принцип роботи, способи реверсування системи.</p> <p>Лекція 4. Типова функціональна схема автоматизованого електропривода за системою ТРН-АД, призначення елементів, діаграма роботи ТРН, принцип роботи системи, механічні характеристики, способи реверсування системи. Структурна схема замкненої системи ТРН-АД з підсумовуючим підсилювачем на вході, розрахунок параметрів, рівняння та графічна ілюстрація статичних характеристик, настроювання статичної для верхньої та нижньої границі діапазону</p>

5-6	<p>Лекція 5. Типова функціональна схема автоматизованого електропривода за системою АВК з підсумовуючим підсилювачем на вході, призначення елементів, енергетичний канал каскаду, основні математичні залежності, принцип роботи, механічні характеристики, способи реверсування системи. Структурна схема замкненої системи АВК, розрахунок параметрів, рівняння та графічна ілюстрація статичних характеристик, настроювання статички для верхньої та нижньої границі діапазону</p> <p>Лекція 6. Типова функціональна схема силового каналу автоматизованого електропривода за системою ПЧ-АД з проміжною ланкою постійного струму, призначення елементів, принцип роботи.</p>
7-8	<p>Лекція 7. Типові функціональні схеми силового каналу автоматизованого електропривода за системою БПЧ-АД, призначення елементів, принцип роботи, механічні характеристики. Порівняльна характеристика. Переваги та недоліки системи БПЧ-АД. Тема 2.1. Цифрове управління розімкненими та замкнутими системами. Цифрове управління об'єктами вищими за 2-й порядок. Побудова цифрових моделей розкладенням передавальної функції об'єкта керування на елементарні дробі</p> <p>Лекція 8. Типова функціональна схема сучасного автоматизованого електропривода за системою ПЧ-АД, технічна реалізація, призначення елементів, принцип роботи, елементна база</p>
9-	<p>Лекція 9. Скалярні закони керування частотним електроприводом, графічна ілюстрація, галузь використання.</p>

6. Практичні заняття

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
Практичне заняття 1	Складання кінематичної схеми робочого механізму. Уточнення діаграм швидкості та прискорення. Орієнтовний вибір електродвигуна

Практичне заняття 2	Розрахунок і побудова діаграм навантажень. Визначення режиму роботи електропривода. Перевірка вибраного двигуна	
Практичне заняття 3	. Побудова природної характеристики електродвигуна незалежного збудження та асинхронного електродвигуна. Побудова пускової діаграми.	
Практичне заняття 4	Розрахунок пускових реостатів для асинхронних двигунів. Генераторні режими роботи: рекуперація, противвімкнення, динамічне гальмування	
Практичне заняття 5	Розрахунок пускових реостатів для асинхронних двигунів	
Практичне заняття 6	Рівняння руху електроприводу при обертальному русі.	6
Практичне заняття 7	Визначення часу роботи ступенів реостата	
Практичне заняття 8	Розрахунок робочих струмів ступенів реостата.	
Практичне заняття 9	. Розрахунок еквівалентного робочого струму секції реостату	

7.Лабораторні заняття з навчальної дисципліни

Лабораторні роботи з дисципліни проводяться викладачами згідно навчального плану. Основною ціллю занять є виконання розрахунків і проведення досліджень режимів роботи реальних елементів та типових систем автоматизованого електропривода з використанням методів аналогового моделювання, оволодіння методикою експериментальних досліджень та обробки отриманих даних.

Кожна лабораторна робота виконується студентами на протязі чотирьох годин за відповідними темами..

Лабораторна робота 2-1. Дослідження статичних характеристик системи нереверсивний перетворювач напруги- двигун постійного струму.

Лабораторна робота 2-2. Дослідження механічних характеристик системи ”Сервоперетворювач вентильний двигун”.

Лабораторна робота 2-3. Експериментальне дослідження системи регульованого електроприводу за системою тиристорний перетворювач частоти асинхронний двигун (ТПЧ-АД).

Лабораторна робота 2-4. Дослідження механічних характеристик системи ”Перетворювач частоти синхронний двигун з постійними

8. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 32 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 4 год;

виконання РГР – 18 год;

підготовку до іспиту – 30 год.

9. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за лекціями; методичні рекомендації до виконання практичних робіт та розрахунково-графічної роботи; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Під час проходження курсу «комплексами» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Електропривод машин і установок.\ Електропривод ашин і установок нафтогазових установок».

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або Web of Science) або 6 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

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

Поточний контроль: завдання в рамках практичного заняття (9 практичних занять × 7 балів = 63 бали), МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 10 балів), РГР (27 балів). МКР виконується у вигляді тесту. Тест студент виконує безпосередньо на лекційному занятті, за 5-10 хвилин до його закінчення. По закінченню заняття тест закривається і не підлягає переписуванню або виконанню дома. Тест містить десять запитань і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал.

Завдання в рамках практичного заняття оцінюються в 7 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 7 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 6 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 5 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

РГР оцінюється в 27 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 27 – 23 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 22 – 17 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 16 – 11 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Вимоги до написання РГР надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: іспит. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані практичні, МКР і РГР.

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Якщо сума балів менша за 60, але виконані і зараховані практичні, МКР і РГР, студент виконує екзаменаційну роботу. У цьому разі сума балів за практичні, МКР і РГР та за екзаменаційну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у екзаменаційній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на екзаменаційній роботі, та балів за практичні, МКР та РГР.

Екзаменаційна робота оцінюється у 63 бали. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу, та задачі.

Кожне запитання та задача оцінюються в 21 бал за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 21 – 19 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 18 – 16 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 15 – 13 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Для заочної форми навчання

Поточний контроль: МКР (10 балів), РГР (27 балів). Структура МКР та РГР, вимоги до них та критерії оцінювання аналогічні як і для очної форми навчання і наведені вище.

Семестровий контроль: іспит. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР та РГР.

Студенти, які виконали умови допуску до заліку, виконують екзаменаційну роботу. Сума балів за МКР, РГР та за екзаменаційну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Екзаменаційна робота оцінюється у 63 бали, як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.

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

10. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к. т. н., доц. Пермяковим Віктором Миколайовичем

Ухвалено кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів. Протокол № від

**Додаток до силябусу освітнього компонента
курсу «Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами»
Перелік завдань, що виносяться на семестровий контроль**

1. Навести тимчасові і частотні форми дискретних моделей об'єктів управління.
2. Побудувати моделі часового ряду по реалізації впливу. Вибір інтервалів квантування за часом і рівнем.
3. Навести z - перетворення і його властивості.
4. Навести z - зображення керуючого впливу системи. Оператори тимчасового зсуву відліків сигналу і обчислення зворотних різниць.
5. Описати різницеве рівняння, що описує вільне і вимушений рух цифрової керованої системи.
6. Описати статичну характеристику перетворювача аналог-код цифровий системи і її лінеаризація.
7. Описати статичну характеристику перетворювача код-аналог цифрової системи і її лінеаризація.
8. Навести еквівалентні схеми АЦП і ЦАП.
9. Навести структурні схеми цифрової системи управління.
10. Визначити дискретну передавальну функцію і її властивості.
11. Визначити суму згортки і її z -перетворення.
12. Дати поняття цифровим рекурентним алгоритмам.
13. Визначити перехід від диференціального рівняння до еквівалентного різносного.
14. Навести основні методи побудови дискретних моделей об'єктів управління.
15. Навести використання графіка перехідного процесу об'єкта для побудови його дискретної моделі.
16. Дати визначення дискретним моделям інтегруючої ланки.
17. Дати визначення стійкості цифрової системи управління.
18. Навести ефекти квантування за рівнем в цифрових системах управління.
19. Навести періодичні режими в цифрових системах управління.
20. Навести основні цифрові моделі впливів, що обурюють. Формуючий фільтр.
21. Визначити методику побудови перехідного процесу цифрової системи управління по задаючому та збурюючому впливами.
22. Описати передавальну функцію цифрового ПД - регулятора.
23. Дати визначення узагальненому лінійному цифровому регулятору.
24. Дати визначення цифровому компенсаційному регулятору.
25. Дати визначення аперіодичному регулятору для ЦСУ без запізнювання в контурі.
26. Дати визначення аперіодичному регулятору ЦСУ з запізненням в контурі.
27. Описати регулятор з мінімальною узагальненої дисперсією.
28. Визначити методику оптимізації цифрових систем управління методом Грама-Шмідта.
29. Виконати імітаційне моделювання стохастичного об'єкта управління.
30. Виконати імітаційне моделювання цифрової керованої системи.
31. Визначити залежність якості управління цифрових систем від величин інтервалу квантування за рівнем і часу.