

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Електропривод та автоматизація промислових установок

(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА
ЕЛЕКТРОПРИВОДУ
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: «Автоматизоване управління технологічними процесами»
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: Другий (магістерський)
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
електроприводу та автоматизації промисло-
вих установок
(найменування кафедри)

Протокол № _____ від _____ р.

м. Запоріжжя _____

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	БК 5 Техніка експерименту в системах автоматизації та електроприводу. Навчальна дисципліна вибіркового компонента циклу освітньо-професійної підготовки
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Викладач	Волков В.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри електроприводу та автоматизації промислових установок
Контактна інформація викладача	телефон викладача 0681802045, e-mail: green_stone@ukr.net
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Згідно до розкладу занять
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 180 годин кредитів – 6 кредитів ЕКТС розподіл годин: 40 годин лекційних, 40 годин лабораторних, 20 годин індивідуальні завдання, 80 годин самостійна робота, вид контролю – екзамен
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Пререквізити Дисципліни: «Вища математика», «Теоретична та загальна електротехніка», «Електричні машини», «Перетворювальна техніка», «Теорія електроприводу» Постреквізити Освітня компонента: «Магістр»	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
<p>Внаслідок подорожчання енергоресурсів і зростаючої частки енерговитратної складової в собівартості більшості видів продукції, які відбуваються в світі (зростання яких негативно впливає на конкурентноспроможність продукції), стає дуже важливим і затребуваним практикою підвищення енергоефективності всіх технологічних процесів. Для цих електроприводів найменш витратний за вартістю підхід до підвищення енергоефективності їх функціонування складається у використанні оптимального енергозберігаючого керування. Так як всі існуючі електроприводи крім усталених режимів роботи також функціонують частину свого робочого часу в пуско-гальмівних режимах й беручи до уваги, що в промислово розвинених країнах світу і в Україні всіма автоматизованими електроприводами споживається до 70% від загального обсягу виробленої в цих країнах електроенергії, то можна зробити висновок, що при можливому скороченні (за рахунок розробки й реалізації в пуско-гальмівних режимах оптимального енергозберігаючого керування) навіть всього на кілька відсотків споживаної електроенергії електроприводами може бути досягнута колосальна загальна її економія в зазначених країнах.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; ➤ K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; ➤ K03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; ➤ K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; ➤ K08. Здатність працювати автономно. <p>фахові компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автома- 	

тизованого проектування і розрахунків (САПР).

очікувані програмні результати навчання:

- ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах;
- ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

мати уявлення про:

- ❖ способи оптимізації режимів роботи та компенсації неактивних потужностей електроприводів постійного та змінного струму;

знання:

- ❖ існуючі та енергоефективні системи живлення електроприводів постійного і змінного струму;
- ❖ існуючі та енергоефективні способи й пристрої компенсації реактивної потужності в режимах електроприводів;
- ❖ способи й пристрої компенсації потужності спотворень та потужності несиметрії в ustalених режимах роботи електроприводів;
- ❖ розрахунки електроспоживання та втрат енергії в електроприводах постійного й змінного струму в ustalених та пуско-гальмівних режимах роботи;
- ❖ оптимізація втрат енергії в електроприводах змінного струму при ustalених та пуско-гальмівних режимах;

вміння:

- ❖ оптимізувати системи живлення електроприводів;
- ❖ компенсувати реактивну потужність в режимах електроприводів;
- ❖ компенсувати потужності спотворень та несиметрії в режимах роботи електроприводів;
- ❖ оптимізувати втрати енергії в тиристорних електроприводах постійного струму при ustalених та пуско-гальмівних режимах;
- ❖ оптимізувати втрати енергії в частотно-регульованих електроприводах змінного струму в ustalених й пуско-гальмівних режимах.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

Підготовка магістрів, що володіють науково-практичними знаннями основних етапів, підходів, методів та способів оптимізації режимів електроприводів.

5. Завдання вивчення дисципліни

Пізнавальні – сформувані цілісне уявлення про існуючі способи та методи оптимізації режимів електроприводів.

Практичні – сформувані практичні навички у напрямках оптимізації режимів різноманітних електроприводів постійного й змінного струму.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Введення й основні положення. Оптимізація системи живлення електроприводів. Компенсація неактивних потужностей в режимах електроприводів.

Вибір системи живлення електроприводів.

Розрахунок систем живлення електроприводів.

Оптимізація систем живлення електроприводів.

Методи лінійного програмування.

Компенсація реактивної потужності в режимах електроприводів.

Компенсація потужності спотворень в режимах електроприводів.

Компенсація потужності несиметрії в режимах електроприводів.

Змістовий модуль 2. Оптимізація втрат енергії в електроприводах постійного й змінного струму.

Оптимізація втрат енергії в сталих режимах роботи електроприводів постійного струму.
 Оптимізація втрат енергії в пускових режимах роботи електроприводів постійного струму.
 Оптимізація втрат енергії в гальмівних режимах роботи електроприводів постійного струму.
 Оптимізація електроспоживання та втрат енергії електроприводів змінного струму в усталених режимах роботи.
 Оптимізація електроспоживання та втрат енергії електроприводів змінного струму в пускових режимах роботи.
 Оптимізація електроспоживання та втрат енергії електроприводів змінного струму в гальмівних режимах роботи.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1.	Вибір енергоефективної системи живлення електроприводів.	лекція	2
1.	Розрахунок систем живлення електроприводів.	лекція	2
1.	Оптимізація систем електроспоживання електроприводів. Методи лінійного програмування.	лекція	2
2.	Оптимізація втрат потужностей в системах електроспоживання електроприводів	лаб. робота	4
3.	Компенсація реактивної потужності в режимах роботи електроприводів.	лекція	4
4.	Компенсація реактивної потужності в режимах роботи електроприводів.	лаб. робота	4
5.	Компенсація потужності спотворень в режимах роботи електроприводів.	лекція	6
6.	Компенсація потужності спотворень в режимах роботи електроприводів.	лаб. робота	4
7.	Компенсація потужності несиметрії в режимах роботи електроприводів	лекція	4
7.	Компенсація потужності несиметрії в режимах роботи електроприводів	лаб. робота	4
8.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в пускових режимах роботи електроприводів постійного струму.	лекція	4
8.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в пускових режимах роботи електроприводів постійного струму.	лаб. робота	4
9.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в гальмівних режимах роботи електроприводів постійного струму.	лекція	2
9.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в гальмівних режимах роботи електроприводів постійного струму.	лаб. робота	4
10.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в сталих режимах роботи електроприводів постійного струму.	лекція	2
10.	Оптимізація електроспоживання та втрат	лаб. робота	4

	енергії в сталих режимах роботи електроприводів постійного струму.		
11.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в пускових режимах роботи електроприводів змінного струму.	лекція	4
11.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в пускових режимах роботи електроприводів змінного струму.	лаб. робота	4
12.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в галь-мівних режимах роботи електроприводів змінного струму.	лекція	4
13.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в галь-мівних режимах роботи електроприводів змінного струму.	лаб. робота	4
13.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в сталих режимах роботи електроприводів змінного струму.	лекція	4
14.	Оптимізація електроспоживання та втрат енергії в сталих режимах роботи електроприводів змінного струму.	лаб. робота	4
15.	Проведення іспиту	письмово	

8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1 – 8	Введення й основні положення. Оптимізація системи живлення електроприводів. Компенсація неактивних потужностей в режимах електроприводів.	Опрацювання літератури	34	Усне опитування на лабораторному занятті. Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання
9 – 14	Оптимізація втрат енергії в електроприводах постійного й змінного струму.	Опрацювання літератури	46	Усне опитування на лабораторному занятті. Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання

9. Система та критерії оцінювання курсу

Система оцінювання курсу.

Оцінка знань студентів здійснюється за кредитно-модульною системою. Навчальний семестр складається з двох змістовних модулів.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другий змістовні модулі. Студент має право додатково скласти залік за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня вцілому двох змістовних модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна вцілому оцінюється за 100-бальною шкалою.

Оцінка за 100-бальною шкалою переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС –A, B, C, D, E, FX, F).

Оцінка «зараховано» виставляється студентам, які засвідчили системні (не системні) знання понять та принципів навчальної дисципліни і здатні до їх самостійного поповнення та оновлення (використання) під час подальшої навчальної роботи і професійної діяльності. Одночасно вони допустили певні неточності, пропуски, помилки, які зумовили некоректність окремих результатів та висновків. Оцінка «незараховано» виставляється студентів, який виявив значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу, допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань, незнайомий з основною літературою, а також студентам, у яких відсутні знання базових положень навчальної дисципліни або їх недостатньо для продовження навчання чи початку професійної діяльності.

Критерії оцінювання курсу.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час контролю по першому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на практичному занятті – оцінюється до 6 балів (6 практичних заняття по 6 балів = 36 балів);
- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті– індивідуального домашнього завдання студента оцінюється до 40 балів;
- тестування – до 24 балів.

Під час контролю по другому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на практичному занятті – оцінюється до 9 балів (9 практичних заняття по 4 балів = 36 балів);
- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті– індивідуального домашнього завдання студента оцінюється до 40 балів;
- тестування – до 24 балів.

Підсумковий контроль визначається як середня двох контролів за перший та другий змістовні модулі.

Якщо студент додатково складає залік, то оцінювання на заліку враховує наступні критерії:

- студент отримує два питання, які потребують змістовної відповіді, кожне з них – оцінюється від 0 до 50 балів;
- 50-40 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітко визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення;
- 39-29 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття або поверхово проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення;
- 28-18 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення;
- 17-0 балів отримують студенти, які частково і поверхово визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістовних модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час підсумкового контролю (заліку) враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті– контрольної роботи студента оцінюється до 76 балів;
- тестування – до 24 балів.

Шкала оцінювання:

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

10. Політика курсу

Політика щодо академічної доброчесності.

Складати всі проміжні та фінальні завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб.

Надавати для оцінювання лише результати власної роботи.

Не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів.

Не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів.

Політика щодо відвідування аудиторних занять (особиста присутність студента).

Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні сформувати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання з подальшим захистом. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік, інше) аудиторні види занять та завдань також можуть бути трансформовані в систему дистанційного навчання (сервіс moodle).

Політика щодо дедлайнів.

Студент зобов'язаний дотримуватись крайніх термінів (дата для аудиторних видів робіт або час в системі дистанційного навчання), до яких має бути виконано певне завдання. За наявності поважних причин (відповідно до інформації, яку надано деканатом) студент має право на складання індивідуального графіку вивчення окремих тем дисципліни.

Політика щодо оскарження результатів контрольних заходів.

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури конт-

рольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються.

Політика щодо дотримання прав та обов'язків студентів.

Права і обов'язки студентів відображено у п.7.5 Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка» (https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_organizatsiyu_osvitnoho_protseesu.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних. Обмін персональними даними між викладачем і студентом в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>). Стаття 10, п. 3.

11. Фахові публікації автора курсу Волкова В.О. за тематикою курсу

1. Волков В.А. Энергосберегающее управление в пускотормозных режимах частотнорегулируемым асинхронным двигателем, нагруженным центробежным насосом / В.А. Волков // Електромеханічні і енергозберігаючі системи / Кременчук: КрНУ, 2018. – Вип. 1/2018 (41) – С. 23 – 36.
2. Волков В.А. Оптимизация режимов намагничивания и размагничивания остановленной трехфазной синхронной машины / В.А. Волков // «Електротехніка та електроенергетика» / Запоріжжя: ЗНТУ. – 2018. – № 1. – С. 52-63.
3. Volkov V.A. OPTIMIZATION OF TIMES OF START-BRAKING REGIMES OF FREQUENCY- REGULATED ASYNCHRONOUS ENGINE WITH PUMPING LOAD / V.A. Volkov // Науковий вісник НГУ / Дніпро: Дніпровська політехніка. – 2019. – №1 (169). – С. 90 – 98. **Scopus**
4. Волков В.А. Энергосберегающее управление в пускотормозных режимах частотнорегулируемым синхронным двигателем с постоянными магнитами / В.А. Волков // Електронні та комп'ютерні системи / Одеса: Одеський національний політехнічний університет, 2018. – Вип. 27 (103). – С. 91 – 102.
5. Волков В.А. Аналитический расчет и оптимизация основных электромагнитных потерь энергии частотнорегулируемого синхронного двигателя с постоянными магнитами в пускотормозных режимах / В.А. Волков // Електромеханічні і енергозберігаючі системи / Кременчук: КрНУ, 2018. – Вип. 2/2018 (42) – С. 8 – 22.
6. Volkov V.A. OPTIMIZATION OF GENERAL LOSSES OF THE ENERGY OF THE FREQUENCY-REGULATED PUMPING AGGREGATE FOR START-BRAKING REGIMES / V.A. Volkov // Вестник НГУ / 2019. – №3 (171). – С. 74 – 82. **Scopus**
7. Volkov V.A. ENERGY-SAVING TANOGRAMS ACCELERATION (DECELERATION) OF A FREQUENCY-REGULATED ASYNCHRONOUS ENGINE FOR SUPER NOMINAL SPEEDS / V.A. Volkov // Вестник НГУ / 2019. – №4 (172). – С. 55 – 62. **Scopus**
8. Volkov V.A. Energy-saving control for traction frequency-regulated asynchronous engine of electric vehicle / V.A. Volkov // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2019. – No.6. – P. 87 – 94. **Scopus**
9. Волков В.А. Энергосберегающее управление тяговым частотно-регулируемым синхронно-реактивным двигателем / В.А. Волков // Електромеханічні і енергозберігаючі системи / Кременчук: КрНУ, 2018. – Вип. 3/2018 (43) – С. 8 – 23.
10. Волков В.А. Энергосберегающее управление тяговыми частотно-регулируемыми асинхронными двигателями трамвая / В.А. Волков // Гірнична електромеханіка та автоматика / Днепр: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – №100. – С. 52 – 69
11. Волков В.А. Оптимизация времен намагничивания и размагничивания остановленного частотно-регулируемого асинхронного двигателя / В.А. Волков // «Електротехніка та електроенергетика» / Запоріжжя: ЗНТУ. – 2018. – № 4. – С. 17-

- 29.
12. Волков В.А. Энергосберегающее управление тяговым частотно-регулируемым асинхронным двигателем троллейбуса / В.А. Волков // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи* / Кременчук: КрНУ, 2018. – Вип. 4/2018 (44) – С.38 – 52.
 13. Волков В.А. Оптимизация времен намагничивания и размагничивания остановленных частотно-регулируемых синхронных машин / В.А. Волков // *«Електротехніка та електроенергетика»* / Запоріжжя: ЗНТУ.– 2019.–№ 1.– С.8 – 21.
 14. Волков В.А. Оптимизация электропотребления троллейбуса с тяговым частотно-регулируемым асинхронным двигателем и суперконденсаторным накопителем генерируемой энергии / В.А. Волков // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи* / Кременчук: КрНУ, 2019. – Вип. 1/2019 (45) –С.8 – 24.
 15. Волков В.А. Минимизация электропотребления электромобиля с тяговым частотно-регулируемым асинхронным двигателем и суперконденсаторным накопителем генерируемой энергии / В.А. Волков // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи* / Кременчук: КрНУ, 2019. – Вип. 2/2019 (46) –С.8-24
 16. Волков В.А. Оптимизация электропотребления трамвая с тяговыми частотно-регулируемыми асинхронными двигателями и суперконденсаторным накопителем генерируемой энергии // *Гірнична електромеханіка та автоматика* / Днепр: НТУ «Дніпровська політехніка», 2019. – №101. – С. 87 – 103.
 17. Волков В.А. Энергосберегающее управление частотно-регулируемым синхронным электроприводом летучих ножниц в пуско-тормозных режимах / В.А. Волков // *Електромеханічні і енергозберігаючі системи* / Кременчук: КрНУ, 2019. – Вип. 3/2019 (47) –С.8-20.
 18. Volkov V. The research of energy saving in frequency-regulated electric motors of alternating current obtained from the optimization of their start-braking regimes / V. Volkov // *2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. – Kharkiv Ukraine. – 2020. – pp. 138 – 143 **Scopus**
 19. Volkov V. Minimization of electrical consumption of a frequency-regulation induction motor with a fan load in start-braking regimes / V. Volkov // *Electromechanical and energy saving systems* / Кременчук: КрНУ, 2021. – Vol. 4/2021 (56) – P.8-24.
 20. Antonov M. Minimization of the basic electric consumption by the direct current motor of the slabbing rolling mill in start-braking regimes / M. Antonov, V. Volkov, Vasilyeva E. // *Electromechanical and energy saving systems* / Кременчук: КрНУ, 2021. – Vol. 3–4 /2022 (59) – P.8-23.