



Управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>6 курс, весінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити / 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Ср. 08:30 – 10:05; Пт. 08:30 – 10:05 (1 тиждень навчання)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор та практичні заняття: <i>к.т.н., доц. Лебедєв Лев Миколайович</i> ; e-mail: lev_lebedevl@ukr.net ; тел. +380954568182
Розміщення курсу	https://classroom.google.com

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- управління ефективністю енерговикористання електротехнічних комплексів за допомогою використання сучасних інформаційних технологій, які б могли одночасно розв'язувати декілька задач, зокрема: інтерпретації даних, діагностики, моніторингу, прогнозування, планування, прийняття рішень та оптимізації режимів обладнання електротехнічних комплексів;
- побудови енергоефективних систем з підвищеним рівнем ідеальності, вепольності та інтелектуалізації.

Предмет вивчення цієї дисципліни дає студентові знання та навички, необхідні для проектування та налагодження систем автоматичного управління установками електротехнічних комплексів. Дисципліна покликана сформуванню у студентів системний підхід до вирішення актуальних задач вибору електрообладнання та керування технологічним процесом з підвищеним рівнем використанням енергоресурсів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- законів розвитку складних електротехнічних комплексів;

- особливостей взаємодії матеріального, енергетичного, інформаційного, фінансового та розумового потоків електротехнічних комплексів;
- методів оцінки енергоефективності складових електротехнічних комплексів;
- методів управління рівнем енергоефективності типових технологічних установок як комплексів з енергетичного потоку, вузла навантаження, напівпровідникового перетворювача, електромеханічного перетворювача, механічного перетворювача, виконавчого органу, матеріального потоку;
- методів підвищення ступеню ідеальності складних технічних систем за рахунок підвищення ступеню вепольності обладнання та інтелектуалізації систем керування типовими електротехнічними установками.

УМІННЯ:

- оцінювати енергоефективність комплексу з мережі живлення, вузла навантаження, напівпровідникового перетворювача, електромеханічного перетворювача, механічного перетворювача, виконавчого органу, мережі матеріального потоку;
- складати словесні алгоритми підвищення ефективності роботи типових установок електротехнічних комплексів, формулювати функції цілей, формалізувати словесні алгоритми;
- вибирати методи підвищення енергетичної ефективності типових установок електротехнічних комплексів;
- аналізувати отримані результати;
- шукати, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел, продукувати нові ідеї для підвищення енергоефективності роботи типових установок електротехнічних комплексів.

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях отриманих студентами фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплінах "Вища математика", "Теоретичні основи електротехніки", "Електричні машини", "Електричний привод". "Автоматизований електропривод".

Зміст навчальної дисципліни

Найменування розділів, тем	Розподіл навчального плану за видами занять				
	Всього	Лекції	Практичн і заняття		СРС
1.	2.	3.	4.		6.
Введення. Закони розвитку складних електротехнічних систем					
1.1. Закони розвитку складних електротехнічних систем. Взаємодія матеріальних, енергетичних, інформаційних та фінансових потоків електротехнічних комплексів.	4	2	-	-	2
Тема 1. Вплив якості енергетичного потоку на ефективність енерговикористання електротехнічних комплексів.					

1.1. Відхилення напруги. 1.2. Коливання напруги. 1.3. Несиметрія напруги. 1.4. Несинусоїдальність напруги. якості. 1.6. Втрати електроенергії за рахунок відхилення якості напруги від нормованих значень.	19	6	2		11
Тема 2. Вимірювання параметрів енергетичного потоку					
2.1. Вимірювання відхилення, розмаху, інтервалу, дози Флікера. 2.2. Вимірювання коеф. спотворення синусоїдальності. коеф. гармонічних складових, коеф. несиметрії напруг зворотньої та нульової послідовностей, коеф. перенапруги, імпульсного перевантаження. 2.3. Вимірювання фазових кутів, коефіцієнтів спотворень. 2.4. Вимірювання та реєстрація параметрів струму та потужності. 2.5. Вимірювання електричних параметрів електроприводів. 2.6. Визначення завантаження елементів електричної мережі. 2.7. Контроль перехідних опорів та витікання струмів.	23	8	4		11
Тема 3. Розподіл реактивної потужності					
3.1. Вибір схеми компенсації реактивної потужності. 3.2. Конденсатори для компенсації реактивної потужності. 3.3. Струми комутації при відключенні. 3.4. Розрядні дроселі, види пошкоджень та захист батарей. 3.5. Залежність компенсуючого ефекту від рівня несинусоїдальності.	21	6	4		11
Тема 4. Управління енергетичною ефективністю регульованих електроприводів електротехнічних комплексів					
4.1. Напрямки підвищення енергоефективності регульованих електроприводів. Показники енергетичної ефективності регульованих	23	8	4		11

електроприводів. 4.2. Методика оцінки енергетичної ефективності регульованих електроприводів. 4.3. Управління енергетичною ефективністю за допомогою магнітного потоку електродвигунів. 4.4. Управління за мінімумом електромагнітних втрат, повних втрат, мінімумом струмів статора, мінімуму узагальненого показника якості.					
Тема 5. Управління енергетичною ефективністю типових установок електротехнічних комплексів					
5.1. Управління енергетичною ефективністю підйомних установок. 5.2. Управління конвеєрними установками. 5.3. Управління вентиляційними установками. 5.4. Управління насосними установками.	30	6	4	9	11

2. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Поляков, В. Н. Энергоэффективные режимы двигателей переменного тока в системах частотного управления : учеб. пособие / В. Н. Поляков, Р. Т. Шрейнер ; под общ. ред. Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург : УрФУ, 2017. — 256 с. ISBN 978-5-321-02525-3.
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. И.Я. Браславского. М. : Издательский центр «Академия», 2004. 256 с.
3. Ефимов А.А., Шрейнер Р.Т. Активные преобразователи в регулируемых электроприводах переменного тока. Новоуральск : НГТИ, 2001. 250/

Допоміжна

4. А. Любомирский, С. Литвин. Законы развития технических систем. GEN3 Partners. Февраль 2003.
5. Основы современной энергетики: учебник для вузов: в 2 т. / под ред. Е. В. Аметистова - 5-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
6. Дементьев Ю.Н. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дементьев Ю.Н., Чернышев А.Ю., Чернышев И.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2013.— 224 с.
7. Бекишев Р.Ф. Общий курс электропривода [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бекишев Р.Ф., Дементьев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 302 с.
8. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Изд.Центр «Академия», 2006. 272с.

9. Белов М.П. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: Учебное пособие /и М.П. Белов, О.И. Земантов, А.Е. Козярук и др.: под ред. В.А. Новикова, Л.Н. Чернигова. – М.: Изд. Центр «Академия», 2006. -368с.

10. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник/ М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – М.: Изд. Центр «Академия», 2004. – 576с.

Навчальний контент

3. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

<i>Тиждень</i>	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>	<i>Реком. час на СРС</i>
1	Лекція 1. Вступ до дисципліни. Закони розвитку складних електротехнічних систем. Закони статички, кінематики, динаміки. Взаємодія матеріальних, енергетичних, інформаційних та фінансових потоків електротехнічних комплексів	3
2	Лекція 2. Втрати електроенергії за рахунок відхилення якості напруги від нормованих значень.	4
3	Лекція 3. Вимірювання та ресстрація параметрів напруги, струму та потужності, фазових кутів, коефіцієнтів спотворень, гармонічних складових, коеф. несиметрії, коеф. перенапруги, імпульсного перевантаження. Вимірювання електричних параметрів електроприводів	4
4	Лекція 4. Вибір схеми компенсації реактивної потужності	3
5	Лекція 5. Конденсатори для компенсації реактивної потужності. Струми комутації при відключенні. Розрядні дроселі	3
6	Лекція 6. Показники енергетичної ефективності регульованих електроприводів	4
7	Лекція 7. Методика оцінки енергетичної ефективності регульованих електроприводів	3
8	Лекція 8. Управління енергетичною ефективністю за допомогою магнітного потоку електродвигунів	3
9	Лекція 9. Управління енергетичною ефективністю за мінімумом електромагнітних втрат	3
10	Лекція 10. Управління за мінімумом струмів статора	3

11	Лекція 11. Управління за мінімумом повних втрат	3
12	Лекція 12. Управління за мінімумом узагальненого показника якості	3
13	Лекція 13. Налаштування регуляторів замкнених контурів підлеглого керування систем авторегулювання	3
14	Лекція 14. Побудова оптимізаторів режимів	3
15	Лекція 15. Управління енергоефективністю конвеєрних установок	3
16	Лекція 16. Управління енергоефективністю вентиляційних установок	4
17	Лекція 17. Управління енергоефективністю насосних установок	4
18	Лекція 18. Управління енергоефективністю насосних установок	4

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посилання на літературу)
1	Вступ до дисципліни. Закони розвитку складних електротехнічних систем. Закони статички, кінематики, динаміки. Взаємодія матеріальних, енергетичних, інформаційних та фінансових потоків електротехнічних комплексів Завдання на СРС: Дослідження структури електротехнічних комплексів. Література: 4.
2	Втрати електроенергії за рахунок відхилення якості напруги від нормованих значень. Завдання на СРС: методика визначення втрат. Література: 5.
3	Вимірювання та реєстрація параметрів напруги, струму та потужності, фазових кутів, коефіцієнтів спотворень, гармонічних складових, коеф. несиметрії, коеф. перенапруги, імпульсного перевантаження. Вимірювання електричних параметрів електроприводів. Завдання на СРС: Основні типи аналізаторів мереж. Конденсатори для компенсації реактивної потужності. Струми комутації при відключенні. Розрядні дроселі. Література: 5.
4	Вибір схеми компенсації реактивної потужності. Завдання на СРС: Установки для компенсації реактивної потужності. Література:

5	Конденсатори для компенсації реактивної потужності. Струми комутації при відключенні. Розрядні дроселі Завдання на СРС: Методика вибору апаратури. Література:
6	Показники енергетичної ефективності регульованих електроприводів. Завдання на СРС: Встановити зв'язок ефективності з режимами роботи електропривода. Література: 1 – 3.
7	Методика оцінки енергетичної ефективності регульованих електроприводів Завдання на СРС: Порівняти приводів змінного та постійного струму. Література: 1 – 3.
8	Управління енергетичною ефективністю за допомогою магнітного потоку електродвигунів. Завдання на СРС: Порівняти приводів змінного та постійного струму. Література: 1 – 3.
9	Управління енергетичною ефективністю за мінімумом електромагнітних втрат Завдання на СРС: Література: 3.
10	Управління за мінімумом струмів статора Завдання на СРС: Порівняння ефективності методів. Література: 3.
11	Управління за мінімумом повних втрат. Завдання на СРС: Порівняння ефективності методів. Література: 3.
12	Управління за мінімумом узагальненого показника якості. Завдання на СРС: Порівняння ефективності методів. Література: 3.
13	Настройка регуляторів замкнених контурів підлеглого керування систем авторегулювання Завдання на СРС: Оцінити ефективність настроювання регуляторів підлеглого керування. Література: 2.
14	Побудова оптимізаторів режимів Завдання на СРС: Встановити структуру оптимізаторів в контурах регулювання. Література: 3.
15	Управління енергоефективністю конвеєрних установок. Завдання на СРС: Оцінити ефективність управління. Література: 9, 10.
16	Управління енергоефективністю вентиляційних установок Завдання на СРС: Оцінити ефективність управління. Література: 9, 10.
17	Управління енергоефективністю насосних установок Завдання на СРС: Оцінити ефективність управління. Література: 9, 10.

18	Управління енергоефективністю підйомних установок Завдання на СРС: Оцінити ефективність управління. Література: 9. 10.
----	--

4. Лабораторні заняття

1. Дослідження ефективності використання мережевого дроселя з перетворювачем частоти.
2. Дослідження енергетичної ефективності насосної установки з ПЧ-АД.
3. Дослідження енергетичної ефективності вентиляторної установи з ВД.
4. Дослідження енергетичної ефективності електроприводів з УПП.

5. Практичні заняття

1. Дослідження режимів живлення установок за допомогою аналізаторів параметрів мережі.
2. Моделювання електроприводів типових установок електротехнічних комплексів.
3. Скласти схему автоматизованого електроприводу насосної установки.
3. Розрахувати строк окупності апаратури автоматизації.
4. Скласти схему автоматизованого електроприводу вентиляторної установки з ВД
5. Розрахувати строк окупності апаратури автоматизації.
6. Скласти схему автоматизованого електроприводу конвеєрної установки з ПЧ
7. Розрахувати строк окупності апаратури автоматизації.
8. Скласти схему автоматизованого електроприводу під`ємної установки.
9. Розрахувати строк окупності апаратури автоматизації.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС	Література
1	Тема 1. Вплив якості енергетичного потоку на ефективність енерговикористання електротехнічних комплексів.	10	4
2	Тема 2. Вимірювання параметрів енергетичних потоків електротехнічних комплексів	11	1-3
3	Тема 3. Розподіл реактивної потужності	12	1-3
4	Тема 4. Управління енергетичною ефективністю регульованих електроприводів	12	1-3
5	Тема 5. Управління енергетичною ефективністю типових установок електротехнічних комплексів	12	1-3

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Інтелектуальні системи прийняття рішень» заснована на корпоративній політиці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і добросовісність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Інтелектуальні системи прийняття рішень» потребує: підготовки до практичних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Підготовка та участь у практичних заняттях передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни та планами практичних занять; вивчення теоретичного матеріалу; виконання завдань, запропонованих для самостійного опрацювання.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь та навичок працювати з системами комп'ютерної математики. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставлених завдань, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- дві відповіді на 9 практичних заняттях (із розрахунку, що на кожному практичному занятті у середньому оцінюються 5 студентів (при чисельності групи 20 осіб – $9 \times 5 / 20 \approx 2$ відп.);
- бали за присутність на лекційних заняттях;
- дві контрольні роботи (одна модульна контрольна робота поділяється на дві контрольні роботи тривалістю по одній академічній годині);
- виконання розрахунково-графічної роботи;

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює: $4 \text{ бали} \times 2 \text{ відп.} = 8 \text{ балів}$.

Критерії оцінки відповіді на практичних заняттях	бали
Повна вичерпна відповідь	4
Правильна відповідь з деякими недоліками	3
Неповна відповідь із суттєвими недоліками	2
Досить слабка, або не вірна відповідь	0

2.2. Присутність на лекційних заняттях

Ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів за 18 лекційних занять 18 балів × 1 завд. = 18 балів

Критерії оцінки виконання завдань комп'ютерного практикуму	бали
присутність на лекції	1
конспект заняття (обов'язково), пропущеного з поважної причини	1
заохочення за конспектування додаткових тем – 1 бал.	1,5

2.3. Модульний контроль

Виконується на 12 тижні навчання. Складається із 2 задач. Ваговий бал кожної із задач – 4. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу (МКР) дорівнює: 4 бали × 2 = 8 балів.

Критерії оцінки виконання задачі МКР	бали
задача вирішена правильно	4
незначні помилки у вирішенні задачі	3
значні помилки у вирішенні задач	2
невірне вирішення задач (не відповідає вимогам на «задовільно»)	0

2.4. Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 16. Максимальна кількість балів за всі критерії виконання і захисту РГР дорівнює 16 балів

Критерії оцінки виконання і захисту РГР	бали
виконано всі вимоги до роботи	14...16
виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки	10...14
є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки	7...10
робота не відповідає встановленим вимогам	0...6

Штрафні та заохочувальні бали (не більше 10 балів)

Критерії нарахування штрафних та (або) заохочувальних балів	бали
відсутність на практичному занятті	– 1
несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) захист розрахункової роботи	– 2
заохочувальні бали (за творчі досягнення з навчальної дисципліни: олімпіада з дисципліни, модернізація лабораторних робіт, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів тощо)	+ 1...10

Розмір шкали рейтингу: $R = R_C + R_E = 50 + 50 = 100$ балів.

Розмір стартової шкали: $R_C = 8 + 18 + 8 + 16 = 50$ балів.

Розмір екзаменаційної шкали: $R_E = 50$ балів (50 % від R).

Максимальна сума вагових балів всіх контрольних заходів протягом семестру складає $R_S = 8 + 18 + 8 + 16 + 50 = 100$ балів.

3. За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 10 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 6 балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 35 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 22 балів.

4. Умови допуску до екзамену: виконання всіх завдань комп'ютерного практикуму та РГР, а також попередня рейтингова оцінка з кредитного модуля має бути $r_C \geq 25$ балів (не менше 50 % від R_C).

5. Завдання екзаменаційної роботи виконується письмово і складається з одного теоретичного запитання та одної практичної задачі. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Теоретичне питання оцінюється у 10 балів, а задача – 20 балів.

Система оцінювання теоретичного питання	бали
«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)	9...10
«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності)	7...8
«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)	6
«незадовільно», незадовільна відповідь	0...5

Система оцінювання практичних запитань (задачі)	бали
«відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання	18...20
«добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями	15...17
«задовільно», завдання виконане з певними недоліками	12...14
«незадовільно», завдання не виконано	0...11

6. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Рейтингові бали	Оцінка за університетською шкалою
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
Менше 60	незадовільно
Невиконання умов допуску до екзамену	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В якості семестрового контролю, згідно навчального плану, студенти складають залік

ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ З КУРСУ:

1. Відхилення напруги, коливання напруги, несиметрія напруги, Несинусоїдальність напруги.
2. Втрати електроенергії за рахунок відхилення якості напруги від нормованих значень.
3. Вимірювання коеф. спотворення синусоїдальності. коеф. гармонічних складових, коеф. несиметрії напруг зворотної та нульової послідовностей, коеф. перенапруги, імпульсного перевантаження.
4. Вимірювання електричних параметрів електроприводів.
5. Визначення завантаження елементів електричної мережі.
12. Контроль перехідних опорів та витікання струмів.
13. Вибір схеми компенсації реактивної потужності.
14. Конденсатори для компенсації реактивної потужності.
15. Струми комутації при відключенні.
16. Розрядні дроселі.
17. Види пошкоджень та захист батарей конденсаторів.
18. Залежність компенсуючого ефекту від рівня несинусоїдальності.
19. Напрямки та задачі підвищення енергоефективності регульованих електроприводів.
20. Показники енергетичної ефективності регульованих електроприводів.
21. Методика оцінки енергетичної ефективності регульованих електроприводів.
22. Управління енергетичною ефективністю електромеханічних перетворювачів за допомогою магнітного потоку електродвигунів.
23. Управління за мінімумом електромагнітних втрат.
24. Управління за мінімумом повних втрат.
25. Управління за мінімумом струмів статора.
26. Управління за мінімумом узагальненого показника якості.
27. Побудова оптимізаторів режимів.
28. Управління енергоефективністю конвеєрних установок.
29. Управління енергоефективністю вентиляційних установок.
30. Управління енергоефективністю насосних установок.
31. Управління енергоефективністю підйомних установок.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав: к.т.н., доц. Лев ЛЕБЕДЄВ.

Ухвалено: кафедрою АУЕК (протокол № від р.)

Погоджено: Методичною комісією факультету (протокол № від р.)

Затверджено на засіданні кафедри автоматизації управління електротехнічними комплексами.

Протокол від "___" _____ р. № ___

Завідувач кафедри АУЕК

Віктор РОЗЕН

"___" _____ 202 р.