



Пакети спеціалізованих прикладних програм

Силабус освітнього компонента

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 – Електрична інженерія
Спеціальність	141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	Освітній компонент 1: 1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	Всього 6 кредитів ECTS / 180 годин; Освітній компонент 1: 6 кредитів/180 годин: лекції – 18 годин; лабораторні роботи – 54 годин; самостійна робота – 108 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Освітній компонент 1: залік
Розклад занять	час і місце проведення аудиторних викладені на сайті rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н, доцент, Перетятко Юлія Вікторівна, peretyatko.julia@gmail.com Лабораторні: к.т.н, доцент, Перетятко Юлія Вікторівна, peretyatko.julia@gmail.com
Розміщення курсу	Матеріали до курсу розміщені в розділі Навчання на сайті http://www.toe.fea.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента «Пакети спеціалізованих прикладних програм» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів використання спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення інженерних завдань енергетичного та електротехнічного спектру із застосуванням комп'ютерного моделювання та створення імітаційних моделей.

Предметом навчальної дисципліни є візуально-орієнтоване моделювання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем в пакетах прикладних програм.

Результати навчання:

Фахові компетентності: (ФК02) Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові

методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ФК06) Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; (ФК14) Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; (ФК19) Здатність моделювати методом кінцевих елементів та вирішувати задачі розрахунку електромагнітного поля електротехнічних пристроїв та електроенергетичного обладнання за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Програмні результати навчання: (ПРН02) Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні; (ПРН03) Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах; (ПРН05) Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах; (ПРН07) Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах; (ПРН24) Моделювати процеси в електро-технологічних комплексах та роботу електротехнічних пристроїв за допомогою систем автоматизованого проектування та розрахунку та прикладного програмного забезпечення.

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

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою. Дисципліна «Пакети спеціалізованих прикладних програм» є нормативною дисципліною з циклу професійної підготовки професіоналів в структурі освітньої програми.

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки», «Промислова електроніка», «Електричні машини», «Електричні мережі та системи», «Ізоляція електротехнічного обладнання».

Результати одержані в процесі вивчення освітньої компоненти «Пакети спеціалізованих прикладних програм» є необхідними для подальшого вивчення освітніх компонент з циклу професійної підготовки «Високовольтні випробувальні установки», «Математичне моделювання перехідних процесів у високовольтних системах», «Методи аналізу надійності високовольтних електроустановок», «Метрологічне забезпечення високовольтних вимірювань та досліджень».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна передбачає наступні **теми лекційних занять**:

Вступне заняття

Основи фізичного моделювання. Знайомство із середовищем Matlab&Simulink.

Розділ 1. Базові блоки Simulink

Тема 1.1. Sources - джерела сигналів

Тема 1.2. Sinks - приймачі сигналів

Тема 1.3. Connectors - з'єднувачі

Розділ 2. Моделювання та аналіз

Тема 2.1. Powergui - блок середовища для моделей Simscape/Electrical/Specialized Power Systems

Тема 2.2. Simulink solver (ode) - розв'язувачі

Розділ 3. Спеціалізовані блоки для створення енергетичних системи

Тема 3.1. Electrical Sources - джерела електричної енергії

Тема 3.2. Elements - електротехнічні елементи

Тема 3.3. Lines - лінії

Тема 3.4. Transformers - трансформатори

Розділ 4. Перетворювачі електричної енергії

Тема 4.1. Силова електроніка

Розділ 5. Вимикачі та несправності

Тема 5.1. Breakers комутуючі елементи

Розділ 6. Контроль і вимірювання

Тема 6. Measurements вимірювальні та контрольні пристрої

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Силові перетворювачі електротехнічних систем. Лабораторний практикум: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/ Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського; уклад.: О.В. Бялобржеський, – Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2021. – 91 с.

2. Промислова електроніка: Моделювання пристроїв сигової електроніки в MATLAB Simulink. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «системи електропостачання» / С.П. Денисюк, Д.Г. Дерев'янюк КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 95 с.

3. Комп'ютерний аналіз систем електроенергетики-1. Лабораторний практикум: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/ НУВГП; уклад.: С.В. Василець, - Рівне: НУВГП, 2017. – 40 с.

4. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з початкової дисципліни «Електричні системи і мережі» (для студентів денної та курсів заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, уклад. В. О. Перепечений. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 39 с.

5. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з початкової дисципліни «Техніка високих напруг» для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / НУВГП; уклад.: С.В. Василець, - Рівне: НУВГП, 2017. – 25 с.

Додаткова література:

1. <https://www.mathworks.com>

2. І.Г. Абраменко, М.М. Штанько Моделювання елементів енергетичних систем в системі Matlab // Енергетика, № 1, 2009, С. 96-100

3. S. Khokhar A. A. Mohd Zin, A. S. Mokhtar, "NAM Ismail MATLAB/Simulink Based Modeling and Simulation of Power Quality Disturbances" IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON), October 2014 (DOI: 10.1109/CENCON.2014.6967545)

4. Harshit Srivastava, Stuti Shukla Datta, MATLAB based Modeling and Simulation of Various Power Quality Disturbances in a Distributed Power Network, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 6, Special Issue 9, pp. 63-67, May 2017

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 18 годин лекцій, 54 години лабораторних робіт.

Лабораторні роботи з дисципліни проводяться з метою вивчення обраних підрозділів бібліотеки Matlab&Simulink для набуття здатностей здійснювати підготовку створення імітаційної моделі електроенергетичних системи за допомогою спеціалізованих компонентів і алгоритмів Specialized Power Systems, з подальшою апробацією, зняттям експериментальних даних, їх обробкою та формуванням висновку за результатами віртуального експерименту.

Методи та форми навчання включають не лише традиційні університетські аудиторні заняття, а також роботу в командах/групах під час підготовки до створення імітаційних моделей у віртуальному просторі Matlab&Simulink. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як кейс-технологія і проектна технологія; візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Комунікація з викладачем будується за допомогою використання інформаційної системи «Електронний кампус», а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта і Telegram. Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1.	Вступне заняття Предмет і мета курсу. Організація навчальної роботи. Рекомендована література. Знайомство із середовищем Matlab&Simulink. Основи фізичного моделювання. Початок роботи з Matlab&Simulink.
Розділ 1. Базові блоки Simulink	
2.	Тема 1.1. Sources - джерела сигналів Тема 1.2. Sinks - приймачі сигналів Тема 1.3. Connectors - з'єднувачі Тема 1.4. Commonly Used Blocks - часто використовувані блоки
Розділ 2. Моделювання та аналіз	
3.	Тема 2.1. Powergui - блок середовища для моделей Simscape/Electrical/Specialized Power Systems 2.1.1. Powergui як графічний інтерфейс користувача 2.1.2. Розрахунок схеми комплексним методом 2.1.3. Дискретизація моделі 2.1.4. Розрахунок встановленого режиму 2.1.5. Ініціалізація трифазних схем, що містять електричні машини 2.1.6. Використання Simulink LTI-Viewer для аналізу електричних схем 2.1.7. Визначення імпедансу ланцюга 2.1.8. Гармонійний аналіз 2.1.9. Створення звіту 2.1.10. Інструмент розрахунку характеристики намагнічування
	Тема 2.2. Simulink solver (ode) - розв'язувачі Вибір типу розв'язувача для обчислення стану моделі під час симуляції
Розділ 3. Спеціалізовані блоки для створення енергетичних, електротехнічних та електромеханічних системи	
4.	Тема 3.1. Electrical Sources - джерела електричної енергії 3.1.1. DC Voltage Source - ідеальне джерело постійної напруги 3.1.2. AC Voltage Source - ідеальне джерело змінної напруги 3.1.3. AC Current Source - ідеальне джерело змінного струму 3.1.4. Controlled Voltage Source - кероване джерело напруги 3.1.5. Controlled Current Source - кероване джерело струму 3.1.6. 3-Phase Source - трифазне джерело напруги 3.1.7. 3-Phase Programmable Voltage Source - трифазне програмоване джерело напруги

5.	Тема 3.2. Elements̃ електротехнічні елементи 3.2.1. Series RLC-Branch - послідовний RLC-ланцюг 3.2.2. Parallel RLC-Branch̃ паралельний RLC-ланцюг 3.2.3. Series RLC-Load̃ послідовне RLC-навантаження 3.2.4. Parallel RLC-Load̃ паралельне RLC-навантаження 3.2.5. 3-Phase Series RLC-Branch - трифазна послідовна RLC-ланцюг 3.2.6. 3-Phase Parallel RLC-Branch - трифазна паралельна RLC-ланцюг 3.2.7. 3-Phase Series RLC-Load̃ трифазне послідовне RLC-навантаження 3.2.8. 3-Phase Parallel RLC-Load - трифазна паралельна RLC-навантаження 3.2.9. 3-Phase Dynamic Load̃ трифазне динамічне навантаження 3.2.10. Mutual Inductancẽ взаємна індуктивність 3.2.11. 3-Phase Mutual Inductance Z1-Z0 - трифазна взаємна індуктивність та інші
6.	Тема 3.3. Linẽ лінії 3.3.1. Surge Arrester̃ грозозахисний розрядник 3.3.2. PI-Section Line - лінія електропередачі із зосередженими параметрами 3.3.3. 3-Phase PI-Section Line - трифазна лінія електропередачі із зосередженими параметрами 3.3.4. Distributed Parameters Line - лінія електропередачі з розподіленими параметрами
7.	Тема 3.4. Transformers̃ трансформатори 3.4.1. 3-phase Transformer (Three Windings)̃ трифазний триобмотувальний трансформатор 3.4.2. 3-phase Linear Transformer (12-terminals) - трифазний лінійний трансформатор (12-висновків) 3.4.3. Zigzag Phase-Shifting Transformer - трифазний трансформатор з первинною обмоткою, з'єднаною в зигзаг 3.5.4. Linear Transformer - лінійний трансформатор 3.5.5. Saturable Transformer̃ нелінійний трансформатор 3.5.6. 3-phase Transformer (Two Windings) - трифазний двообмотувальний трансформатор
Розділ 4. Силові перетворювачі	
8.	Тема 4. Силова електроніка Вивчення задання параметрів та налаштування блоків: Diode; GTO; Ideal Switch; IGBT; IGBT/Diode; MOSFET; Three-Level Bridge; Thyristor; Universal Bridge
Розділ 5. Вимикачі та несправності	
9.	Тема 5. Breakers̃ комутуючі елементи 5.1. Breaker̃ вимикач змінного струму 5.2. 3-Phase Breaker̃ трифазний вимикач змінного струму 5.3. 3-Phase Fault̃ трифазний короткозамикач
Розділ 6. Контроль і вимірювання	
	Тема 6. Measurements̃ вимірювальні та контрольні пристрої 3.1. Current Measurement - вимірювач струму 3.2. Measurement̃ вимірювач напруги 3.3. Multimeter - мультиметр 3.4. 3-Phase V - I Measurement - трифазний вимірювач 3.5. Impedance Measurement̃ вимірник повного опору та інші

Лабораторні заняття

№ п/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд.год
Розділ 1 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ		
1	Початок роботи з Matlab&Simulink. Основні кроки для побудови фізичної моделі	2
2	Дослідження усталених процесів в однофазних колах постійного та змінного струмів	4
3	Дослідження усталених процесів у трифазних електричних колах	4
4	Дослідження перехідних процесів в однофазних електричних колах постійного та змінного струмів	4
5	Дослідження перехідних процесів в трифазних електричних колах	4
6	Створення моделей кабельних ліній	4
7	Створення моделей трансформаторів	4
8	Дослідження комутаційних перенапруг у трифазних електричних колах середньої напруги	6
9	Дослідження однофазних некерованих випрямлячів та згладжувальних фільтрів	8
10	Дослідження однофазних керованих випрямлячів та згладжувальних фільтрів	6
11	Дослідження трифазних випрямлячів та згладжувальних фільтрів	6
12	Модульна контрольна робота	2

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	22
2	Підготовка до лабораторних занять	54
3	Підготовка до МКР	2
4	Підготовка до екзамену	30

Політика та контроль

7. 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 та практичних заняттях.
- обов'язковою умовою допуску до екзамену є
 - відпрацювання, оформлення протоколів та захист всіх лабораторних робіт з дисципліни;
 - сумарна кількість балів за семестр має бути в межах від 30 до 60 балів.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому

лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.

- політика дедлайнів та перескладань:
 - якщо студент не з'явився на МКР/ лабораторну роботу/захист без поважних причин, його результат оцінюється у 0 балів. Поважна причина підтверджується довідкою, після чого студент допускається до написання МКР / відпрацювання лабораторної роботи / захисту лабораторних робіт.
 - повторне написання МКР на вищий бал не передбачено.
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
 - заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та університетських олімпіадах з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», участь у наукових конференціях;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки»; 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, МКР, лабораторні роботи

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

Семестровий контроль: екзамен

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала.

Результуюча рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист 10 лабораторних робіт (лабораторна робота №1 не оцінюється);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Контрольний захід	Кількість контрольних заходів	Максимальний бал за один контрольний захід	Всього балів
Лабораторні роботи	10 робіт	5	50
МКР	1 робота	10	10
			60

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 5 балів * 10 = 50 балів.

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 5 балів * 10 * 60% ≈ 30 балів.

Критерії оцінювання

- якісна підготовка до лабораторної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень по темі лабораторних дослідження), вміння самостійно реалізувати блочне моделювання з наступною візуалізацією результатів та встановленням

відповідності результатів до теорії, правильна обробка результатів дослідів, формулювання висновків за результатами досліджень, надання чітких відповідей на контрольні питання за темою роботи – $(0,9..1) * 5$ бали;

- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання – $(0,89..0,75) * 5$ бали;
- недостатня підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання – $(0,74..0,6) * 5$ бали;
- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконання досліджень, неякісна обробка результатів, відсутність висновків, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

2.2. Модульна контрольна робота

Ваговий бал за одну МКР – 10.

Критерії оцінювання

На модульній контрольній роботі студент має виконати два завдання:

Завдання 1. Побудова блочної моделі на базі заданої еквівалентної.

Завдання 2. Зняття показів приладів та осцилограм.

Кожне завдання оцінюються від 0 до 5 балів.

3. 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.

4. Умовою допуску до екзамену є зарахування усіх лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

5. На екзамені студенти виконують індивідуальне завдання.

Екзаменаційна робота направлена на перевірку практичної складової. Практична складова передбачає перевірку набутих студентом умінь реалізувати блочне візуально-орієнтоване моделювання пристрою у відповідності до умов з наступним зняттям параметрів та характеристик для подальшого аналізу. Кожному студенту надається окреме завдання, що складається з побудови блочної моделі пристрою на базі розрахунків, виконаних студентом, до курсового проєкту «Установки і процеси електрофізичної технології».

Критерії оцінювання екзамену

Максимальний рейтинг виконання екзаменаційного завдання – 40 балів.

Рейтинг екзамену 38 – 40 балів – студент правильно реалізував блочне моделювання заданого пристрою, вірно задав параметри та підібрав розв'язувач, використав коректні вимірювальні обладнання, вивів на осцилограф задані часові залежності, подав результати моделювання у зручні формі та стилі для сприйняття.

Рейтинг екзамену 34 – 37 балів – студент правильно реалізував блочне моделювання заданого пристрою, вірно задав параметри та підібрав розв'язувач, використав коректні вимірювальні обладнання, вивів на осцилограф задані часові залежності, подав результати моделювання без використання відповідних блоків та стилів.

Рейтинг екзамену 30 – 33 балів – студент правильно реалізував блочне моделювання заданого пристрою, вірно задав параметри та підібрав розв'язувач, не зміг зняти покази приладів та часові діаграми.

Рейтинг екзамену 26 – 29 балів – студент частково реалізував лише блочне моделювання та вірно задав параметри обраних блоків.

Рейтинг екзамену 24 – 25 балів – студент частково реалізував лише блочне моделювання заданого пристрою без задання параметрів.

Рейтинг екзамену 0 – студент не зміг реалізувати блочне моделювання заданого пристрою.

Остаточний рейтинг студента складає сума балів отриманих за семестр та екзамен.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Детальний перелік завдань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

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 доцент кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, доцент, Перетятко Юлія Вікторівна

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 18 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол

№ 6 від 27.06.2025)