



УСТАНОВКИ І ПРОЦЕСИ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів ECTS / 180 годин Аудиторних – 72 години: лекції – 54 годин; практичні – 18 годин самостійна робота – 108 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>1 лекція (2 години) 3 рази на 2 тижні; 1 практика (2 години) 1 раз на 2 тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: член-кор. НАН України, д.т.н, професор, Щерба Анатолій Андрійович, e-mail: anat.shcherba@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Матеріали до курсу: https://classroom.google.com/c/NjEzOTM0MzU0ODUx?cjc=nfmigij</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Установки і процеси електрофізичної технології» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: **ФК04.** Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки **ФК05.** Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електро-енергетики, електротехніки та електромеханіки. **ФК14.** Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем

Предметом дисципліни є конструкція, принципи роботи, фізичні явища та процеси в електротехнічних пристроях та електротехнологічних комплексах; типові математичні методи дослідження електротехнічних пристроїв та електротехнологічних комплексів; основні характеристики електротехнічних пристроїв та електротехнологічних комплексів.

Програмні результати навчання на формування та покращення яких спрямована дисципліна: **ПРН01.** Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електро-енергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем **ПРН21.** Організувати роботу та проводити координацію діяльності по забезпеченню електромагнітної сумісності технічних засобів на об'єктах електроенергетики. **ПРН22.** Використовувати сучасні методи моніторингу та діагностування стану ізоляції високовольтного електрообладнання в електричних системах та мережах, електричних станціях та підстанціях, на об'єктах альтернативної енергетики. **ПРН24.** Моделювати процеси в електротехнологічних комплексах та роботу електро-технічних 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)

Дисципліна «Установки і процеси електрофізичної технології» базується на базових знаннях з загальної фізики, теоретичних основ електротехніки та промислової електроніки.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Математичні моделі процесів в об'єктах дослідження.

Тема 2. Багатоінтервальні процеси у напівпровідникових перетворювачах.

Тема 3. Стабілізація параметрів електричної енергії.

Тема 4. Сильні електричні поля у полімерній ізоляції кабелів надвисоких напруг.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Ю. В. Руденко, А. А. Щерба. Аналіз багатоінтервальних процесів у напівпровідникових перетворювачах. Київ: Про Формат, 2020. 352 с.
2. М.А. Щерба. Сильні електричні поля в полімерній ізоляції кабелів надвисоких напруг. Київ: Про Формат, 2019. 247 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
Тема 1. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ В ОБ'ЄКТАХ ДОСЛІДЖЕННЯ	
1	Лекція 1. Класифікація об'єктів дослідження Класифікація об'єктів дослідження з метою моделювання процесів в них в задачах прогнозу, оцінки стану та управління. Особливості моделювання статичних об'єктів дослідження. Математичні моделі лінійних детермінованих динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і неперервними процесами в них. Математичні моделі лінійних детермінованих динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і дискретними процесами в них.
2	Лекція 2. Математичні моделі нелінійних детермінованих динамічних об'єктів Математичні моделі нелінійних детермінованих динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і неперервними процесами в них. Математичні моделі нелінійних детермінованих динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і дискретними процесами в них. Математичні моделі лінійних стохастичних динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і неперервними процесами в них. Математичні моделі лінійних стохастичних динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і дискретними процесами в них.
3	Лекція 3. Особливості моделювання нелінійних стохастичних динамічних об'єктів Особливості моделювання нелінійних стохастичних динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і неперервними та дискретними процесами в них. Особливості моделювання динамічних об'єктів з розподіленими параметрами. Особливості моделювання об'єктів з нечітко визначеними параметрами
4	Лекція 4. Ідентифікація синтезованих математичних моделей та оцінка їх адекватності процесам в об'єктах дослідження Ідентифікація математичних моделей статичних характеристик об'єктів дослідження. Ідентифікація математичних моделей детермінованих динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і неперервними процесами в них. Ідентифікація математичних моделей детермінованих динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і дискретними процесами в них.
5	Лекція 5. Ідентифікація математичних моделей стохастичних динамічних об'єктів Ідентифікація математичних моделей стохастичних динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і неперервними процесами в них. Ідентифікація математичних моделей стохастичних динамічних об'єктів з зосередженими параметрами і дискретними процесами в них.
6	Лекція 6. Особливості ідентифікації моделей нелінійних динамічних об'єктів. Особливості ідентифікації математичних моделей нелінійних динамічних об'єктів. Особливості ідентифікації математичних моделей динамічних об'єктів з розподіленими параметрами. Оцінка адекватності математичних моделей процесам в об'єктах дослідження.
7	Лекція 7. Особливості експериментального дослідження об'єктів та процедур обробки його результатів Експеримент як спосіб створення бази даних. Вимоги до засобів вимірювання параметрів об'єктів і процесів під час їх експериментального дослідження. Обробка результатів експериментальних досліджень.

8	Лекція 8. Аналіз процесів в об'єктах дослідження з використанням їх математичних моделей Загальна характеристика етапу аналізу процесів в об'єктах дослідження. Характеристика обчислювальних можливостей ППП Mathcad і ППП MATLAB. Аналіз режимів в лінійних детермінованих об'єктах дослідження з неперервними процесами. Аналіз режимів в лінійних детермінованих об'єктах дослідження з дискретними процесами. Імітаційне моделювання процесів в об'єктах дослідження.
9	Лекція 9. Оптимізація параметрів та характеристик об'єктів дослідження Загальна характеристика 5-го етапу системного аналізу. Оптимізація режимних параметрів процесів в об'єктах дослідження. Пошук оптимальних умов протікання процесу в об'єктах дослідження на основі оптимальних планів активних експериментів
Тема 2. БАГАТОІНТЕРВАЛЬНІ ПРОЦЕСИ У НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ	
10	Лекція 10. Аналіз багатоінтервальних процесів у напівпровідникових перетворювачах Особливості аналізу електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах з високопотенціальними вузлами. Проблеми аналізу електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах для живлення електровакуумного обладнання. Особливості структур напівпровідникових перетворювачів з високопотенціальними вузлами для аналізу електромагнітних процесів.
11	Лекція 11. Огляд методів аналізу електромагнітних процесів Огляд методів аналізу електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах параметрів електроенергії
12	Лекція 12. Метод аналізу багатоінтервальних електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах Метод аналізу усталених електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах на основі усереднення в просторі станів. Точність розрахунку електромагнітних процесів у перетворювачах з еквівалентними RL – схемами заміщення.
13	Лекція 13. Аналіз точності розрахунку електромагнітних процесів у перетворювачах з еквівалентними RLC – схемами заміщення Аналіз точності розрахунку електромагнітних процесів у перетворювачах з еквівалентними RLC – схемами заміщення Розвиток методу усереднення в просторі станів для розрахунку багатоінтервальних процесів у напівпровідникових перетворювачах.
14	Лекція 14. Моделювання багатоінтервальних процесів у високочастотних перетворювачах за усередненими змінними Моделювання електромагнітних процесів у зворотноходових напівпровідникових перетворювачах з високопотенціальним трансформатором. Аналіз процесів у двотактних перетворювачах з урахуванням індуктивних параметрів їх високо- потенціального трансформатора.
15	Лекція 15. Вплив індуктивності розсіювання високопотенціального трансформатора Вплив індуктивності розсіювання високопотенціального трансформатора на вихідну потужність напівпровідникових перетворювачів. Розрахунок навантажувальних характеристик напівпровідникових перетворювачів з високопотенціальним трансформатором. Аналіз електромагнітних процесів і вибір граничних параметрів напівпровідникових перетворювачів з високопотенціальними вузлами.

Тема 3. СТАБІЛІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
16	Лекція 16. Сучасний стан розробки методів і технічних засобів стабілізації параметрів електричної енергії в трифазних системах Порівняльний аналіз сучасного стану розробок у сфері створення перетворювальних пристроїв для стабілізації параметрів електричної енергії. Методи швидкодіючої стабілізації параметрів електричної енергії в трифазних системах з нестаціонарними та нелінійними однофазними навантаженнями.
17	Лекція 17. Способи керування напівпровідниковими коригуючими пристроями Способи керування напівпровідниковими коригуючими пристроями для швидкодіючої стабілізації параметрів електричної енергії. Нормативно-технічна база з питань забезпечення якості електричної енергії та ЕМС електроприймачів відповідно до сучасних європейських вимог.
18	Лекція 18. Забезпечення електромагнітної сумісності електроприймачів у трифазних незрівноважених системах Швидкодіюче зрівноважування режимів трифазної системи на основі застосування трансформаторно-ключових перетворювачів. Напівпровідникові коригуючі пристрої для зрівноважування струмів в електричних мережах зі змінними однофазними навантаженнями.
19	Лекція 19. Еквівалентні схеми електричних кіл з ідеальними чотириполюсниками. Еквівалентні схеми електричних кіл з ідеальними чотириполюсниками для синтезу нестаціонарних елементів швидкодіючих коригуючих пристроїв забезпечення ЕМС.
20	Лекція 20. Динамічна компенсація струмів вищих гармонік та нульової послідовності в трифазній чотирипровідній системі. Швидкодіюче зрівноважування режиму чотирипровідної системи на основі застосування напівпровідникових симетрокомпенсуючих пристроїв. Високочастотна компенсація струмів вищих гармонік і нульової послідовності на основі застосування реакторно-ключових перетворювачів.
21	Лекція 21. Слідкуючий тиристорно-реакторний компенсатор несинусоїдальних струмів. Слідкуючий тиристорно-реакторний компенсатор несинусоїдальних струмів у незрівноваженій чотирипровідній системі. Напівпровідникові ключові імітатори змінної напруги для визначення сприйнятливості електроприймачів до впливу кондуктивних завад у СЕП і умов відповідності нормованим рівням ЕМС.
22	Лекція 22. Вплив енергетичних процесів у однофазних мостових вентильних перетворювачах на параметри якості електроенергії. Визначення вхідних та вихідних струмів ключових мостових перетворювачів. Енергетичні процеси в мережевих мостових перетворювачах змінної напруги на постійну. Аналіз електромагнітних процесів у мережевих мостових перетворювачах змінної напруги на постійну з урахуванням особливостей режимів їх роботи.
Тема 4. СИЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ПОЛЯ У ПОЛІМЕРНІЙ ІЗОЛЯЦІЇ КАБЕЛІВ НАДВИСОКИХ НАПРУГ	
23	Лекція 23. Математичне моделювання розподілу електричних полів у реальних діелектриках Методи математичного моделювання електричних полів та аналіз процесів електрофізичної деградації полімерних діелектриків. Водні триїнги та інші електрофізичні механізми старіння сучасної полімерної ізоляції високовольтних кабелів. Змінення конфігурації триїнгів у полімерній ізоляції при різних прикладених напругах. Змінення діелектричних характеристик зшитої поліетиленової ізоляції при виникненні електрофізичних механізмів її деградації. Методи підвищення діелектричних властивостей зшитої поліетиленової ізоляції високовольтних кабелів. Шляхи удосконалення розрахункових моделей електричного поля в полімерній ізоляції надвисоковольтних кабелів.

24	Лекція 24. Електричні поля і взаємозалежні електрофізичні процеси у полімерній ізоляції силових кабелів Умови виникнення нелінійних електричних характеристик сучасної полімерної ізоляції силових кабелів. Особливості сильного взаємного зв'язку електрофізичних процесів в ЗПЕ ізоляції з провідними мікродефектами. Фізико-математична постановка задачі розрахунку електричного поля в нелінійній ЗПЕ ізоляції. Розрахунок взаємозв'язаних електрофізичних процесів деградації ізоляції надвисоковольтних кабелів. Ступінь прояву та особливості нелінійних властивостей ЗПЕ ізоляції надвисоковольтних кабелів в залежності від конфігурації водних мікродефектів.
25	Лекція 25. Збурення електричного поля водними мікровключеннями Порівняльний аналіз збурень ЕП при лінійних і нелінійних властивостях ЗПЕ ізоляції. Передумови виникнення груп близько розташованих мікровключень в полімерній ізоляції. Збурення ЕП близько розташованими водним і повітряним мікровключеннями. Електричне поле при перехідному процесі зміни конфігурації водних мікровключень в рідкому діелектрику. Залежність збурення електричного поля від подрібнення водних включень у ЗПЕ ізоляції. Додаткові підсилення електричного поля при потраплянні "малих" водних включень в поле "великого".
26	Лекція 26. Збурення електричного поля водними триїнгами Збурення ЕП при появі на поверхні мікровключення нерозгалуженого водного триїнга. Збільшення густини струму в ЗПЕ ізоляції при зміні поперечного перерізу водних мікродефектів. Збурення ЕП близько розташованими мікровключенням і водним триїнгом. Збурення ЕП водним триїнгом конфігурації "нитки перлів". Порівняння збурень поля циліндричним триїнгом і триїнгом конфігурації "нитка перлів".
27	Лекція 27. Збурення електричного поля при проростанні водного триїнга Вплив степеню розгалуженості водного триїнга на характер збурення електричного поля в ЗПЕ. Розрахунок електромеханічних сил в ЗПЕ ізоляції кабелів біля водних мікродефектів при їх поширенні. Вплив конфігурації водного триїнга на густину струму в його каналі та збурення електричного поля в ізоляції. Загальні висновки про збурення електричного поля водними мікровключеннями в ЗПЕ ізоляції.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
Тема 1. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ В ОБ'ЄКТАХ ДОСЛІДЖЕННЯ	
1	Практика 1. Побудова математичних моделей нелінійних детермінованих об'єктів
2	Практика 2. Оцінка адекватності математичних моделей процесам в об'єктах дослідження
3	Практика 3. Аналіз процесів в об'єктах дослідження, оптимізація параметрів та характеристик об'єктів дослідження
Тема 2. БАГАТОІНТЕРВАЛЬНІ ПРОЦЕСИ У НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ	
4	Практика 4. Аналіз багатоінтервальних електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах
5	Практика 5. Моделювання багатоінтервальних процесів у високочастотних перетворювачах за усередненими змінними
Тема 3. СТАБІЛІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	
6	Практика 6. Керування напівпровідниковими коригуючими пристроями
7	Практика 7. Забезпечення електромагнітної сумісності електроприймачів у трифазних незрівноважених системах

Тема 4. СИЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ПОЛЯ У ПОЛІМЕРНІЙ ІЗОЛЯЦІЇ КАБЕЛІВ НАДВИСОКИХ НАПРУГ	
8	Практика 8. Моделювання розподілу електричних полів у реальних діелектриках
9	Практика 9. Аналіз збурень електричного поля водними мікрровключеннями і триїнгами

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до аудиторних занять
2	Підготовка до МКР
3	Підготовка до екзамену

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;
- **правила поведінки на заняттях:** студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за вказівкою викладача;
- **правила призначення заохочувальних балів:** заохочувальні не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у наукових конференціях;
- **політика дедлайнів та перескладань:** несвоєчасне написання МКР (крім пропусків через хворобу при наданні довідки від лікаря) передбачають множення максимального балу за певний вид активності на коефіцієнт 0,75. Мінімальний бал не змінюється. Допускається одне перескладання кожної МКР за бажанням студента у встановлені строки.
- **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;
- **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 (PCO)

Поточний контроль: МКР, відповіді на заняттях.

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

Умови успішного проходження календарного контролю: повне виконання навчального плану дисципліни на дату контролю.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: повне виконання навчального плану дисципліни.

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

- виконання МКР;
- відповідей на заняттях;
- виконання залікової роботи

№з/п	Контрольний захід	Макс. бал	Кільк.	Всього
1.	МКР	40	1	40
2.	Відповіді на заняттях	10	2	20
3.	Екзамен	40	1	40
	РАЗОМ			100

Модульна контрольна робота

Максимальний бал за МКР – 40 балів, мінімальний – $40 \text{ балів} \cdot 60\% = 24 \text{ бали}$.

Критерії оцінювання:

- повні відповіді на теоретичні питання за темою роботи – $(0,9..1) \cdot 40 \text{ балів}$;
- неповні відповіді на теоретичні питання – $(0,89..0,75) \cdot 40 \text{ балів}$;
- часткові відповіді на теоретичні питання або відсутність відповідей на окремі питання – $(0,74..0,6) \cdot 40 \text{ балів}$;
- невірні відповіді на більшість теоретичних питань за темою роботи – 0 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль зазначено у додатку 1 до силабусу

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри теоретичної електротехніки ФЕА, член-кор. НАН України, д.т.н. Щербою А.А.

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол № 9 від 24.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

Тема 1. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ В ОБ'ЄКТАХ ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Класифікація об'єктів дослідження
2. Математичні моделі нелінійних детермінованих динамічних об'єктів
3. Особливості моделювання нелінійних стохастичних динамічних об'єктів
4. Ідентифікація синтезованих математичних моделей та оцінка їх адекватності процесам в об'єктах дослідження
5. Ідентифікація математичних моделей стохастичних динамічних об'єктів
6. Особливості ідентифікації моделей нелінійних динамічних об'єктів
7. Особливості експериментального дослідження об'єктів та процедур обробки його результатів
8. Аналіз процесів в об'єктах дослідження з використанням їх математичних моделей
9. Оптимізація параметрів та характеристик об'єктів дослідження

Тема 2. БАГАТОІНТЕРВАЛЬНІ ПРОЦЕСИ У НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ

10. Аналіз багатоінтервальних процесів у напівпровідникових перетворювачах
11. Огляд методів аналізу електромагнітних процесів
12. Метод аналізу багатоінтервальних електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах
13. Аналіз точності розрахунку електромагнітних процесів у перетворювачах з еквівалентними RLC – схемами заміщення
14. Моделювання багатоінтервальних процесів у високочастотних перетворювачах за усередненими змінними
15. Вплив індуктивності розсіювання високопотенціального трансформатора

Тема 3. СТАБІЛІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

16. Сучасний стан розробки методів і технічних засобів стабілізації параметрів електричної енергії в трифазних системах
17. Способи керування напівпровідниковими коригуючими пристроями
18. Забезпечення електромагнітної сумісності електроприймачів у трифазних незрівноважених системах
19. Еквівалентні схеми електричних кіл з ідеальними чотириполюсниками
20. Динамічна компенсація струмів вищих гармонік та нульової послідовності в трифазній чотирипровідній системі
21. Слідкуючий тиристорно-реакторний компенсатор несинусоїдальних струмів
22. Вплив енергетичних процесів у однофазних мостових вентильних перетворювачах на параметри якості електроенергії

Тема 4. СИЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ПОЛЯ У ПОЛІМЕРНІЙ ІЗОЛЯЦІЇ КАБЕЛІВ НАДВИСОКИХ НАПРУГ

23. Математичне моделювання розподілу електричних полів у реальних діелектриках
24. Електричні поля і взаємозалежні електрофізичні процеси у полімерній ізоляції силових кабелів
25. Збурення електричного поля водними мікрровключеннями
26. Збурення електричного поля водними триїнгами
27. Збурення електричного поля при проростанні водного триїнга



СПЕЦІАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ДІЇ БЛИСКАВОК

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>180 годин / 6 кредитів ECTS</i> <i>аудиторних – 72 години: лекції – 54 години; практичних – 18 годин;</i> <i>самостійна робота – 108 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</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, Троценко Євгеній Олександрович, trotsenko-fea@ill.kpi.ua, +380442048577</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NDkwNDY3NzU5NTE2</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Електромагнітний імпульс від розряду блискавки виникає під час електричного розряду в атмосфері Землі та означає створення і поширення електромагнітного випромінювання великої напруженості та широкого спектра частот протягом дуже короткого часу. Як і кожен провідник із електричним струмом блискавка створює магнітне поле, його джерелом є прискорювані в електричному полі електрони що формують струм розряду. Це поле існує приблизно стільки ж часу, скільки триває розряд блискавки, тобто має імпульсний характер. Якщо у зоні дії цього поля буде перебувати будь-яка електрична схема або мережа, наприклад, лінія електропередачі, телефонна лінія, електропроводка будинку, телевізійна антена тощо, у ній буде індукована електрична напруга, що може значно перевищувати граничні значення, в результаті чого пристрої, що підключені до цих мереж можуть зазнати ушкоджень. Тому, під час гроз можуть спостерігатися випадки виходу з ладу різних електротехнічних пристроїв, хоча блискавки безпосередньо не потрапляли в лінію електропередачі. З огляду на актуальність цієї проблеми, магістру з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки в рамках окремої дисципліни доцільно ознайомитися із сучасними уявленнями про захист від електромагнітного імпульсу, а також від прямої дії блискавки.

Програму навчальної дисципліни "Спеціальні питання захисту від електромагнітної дії блискавок" складено відповідно до освітньо-наукової програми підготовки магістра "Електроенергетика та електромеханіка" за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка".

Метою навчальної дисципліни є посилення та закріплення у студентів наступних програмних компетентностей: ЗК07 – Здатність виявляти та оцінювати ризики; ФК04 – Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; ФК08 – Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; ФК11 – Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем; ФК16 – Здатність до моделювання, розрахунку та аналізу параметрів перехідних процесів в електроенергетичних та електромеханічних системах; ФК18 – Здатність до створення математичних та імітаційних моделей електроенергетичних та електромеханічних систем.

Предметом навчальної дисципліни є вивчення засобів захисту від вторинних проявів блискавки, спрямованих на зменшення впливу електромагнітних імпульсів на електротехнічні пристрої.

Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна: ПРН02 – Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні; ПРН04 – Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем; ПРН06 – Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу; ПРН07 – Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах; ПРН22 – Виконувати моделювання електроенергетичних та електромеханічних систем в рамках проведення досліджень і вирішення практичних завдань.

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

Вивчення дисципліни «Спеціальні питання захисту від електромагнітної дії блискавок» базується на базових знаннях з загальної фізики, теоретичних основ електротехніки, промислової електроніки, а також електричних мереж та систем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Струм та електромагнітне полі під час розряду блискавки.

Розділ 2. Зовнішня система блискавкозахисту.

Розділ 3. Внутрішня система блискавкозахисту.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Захист споруд та електричних систем від впливів блискавок. Природа та параметри блискавки [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Є. О. Троценко, Ю. В. Перетятко. – Електронні текстові дані (1 файл: 4.71 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 115 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57033>.

Додаткові інформаційні ресурси:

2. Lightning protection guide. 3rd updated edition. DEHN + SÖHNE. - DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG., 2014. – 488 p.

3. Lightning and surge protection for wind turbines. DEHN + SÖHNE. - DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG., 2018. – 30 p.

4. Lightning and surge protection for rooftop photovoltaic systems. DEHN + SÖHNE. - DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG., 2015. – 28 p.

5. *Захист від блискавок споруд і електронного обладнання [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології», спеціальності «Техніка і електрофізика високих напруг» / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. О. Шостак. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,33 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. - Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1005>*

6. Бржезицький В.О., Ісакова, А.В., Рудаков В.В. та інші. *Техніка і електрофізика високих напруг. Навчальний посібник. За редакцією В.О. Бржезицького та В.М. Михайлова. – Харків: НТУ "ХПІ" – Торнадо, 2005. – 930 с. ISBN 966-635-561-2.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
	Розділ 1. Струм та електромагнітне поле під час розряду блискавки
1	Лекція 1. Вступне заняття. Предмет і мета курсу. Параметри блискавки, що представляють інженерний інтерес. Механізми електризації грозової хмари. Електричні поля, створювані грозовими хмарами. Література: [1], [2], [4], [10].
2	Лекція 2. Грозові дні, грозові години та щільність спалахів блискавки до землі. Глобальна грозова активність. Кількість ударів блискавки і проміжок часу між ударами у спалахах блискавки між хмарою та землею. Література: [1], [4], [5], [10].
3	Лекція 3. Класифікація спалахів блискавки. Спалах блискавки у хмарах. Спалах блискавки між хмарою та землею. Література: [3], [4], [5], [10].
4	Лекція 4. Попередні розрядні процеси. Лідерний та стримерний механізм розряду. Лідер блискавки. Перехід від стримера до лідера та ініціація висхідного та низхідного лідера. Швидкість ступінчастих лідерів. Швидкість стріловидних лідерів. Література: [1], [2], [6], [9], [10].
5	Лекція 5. Критичне значення напруженості електричного поля, необхідне для поширення стримера. Вплив коронного розряду на поширення лідера. Електричні поля, створені ступінчастими лідерами. Електричні поля, створені стріловидними лідерами. Література: [3], [4], [10].
6	Лекція 6. Зворотний удар. Параметру струму першого на наступного зворотних ударів блискавки. Розсіювання енергії при зворотних ударах і спалахах блискавки і потенціал у грозових хмарах. Література: [1], [3], [4], [10].
7	Лекція 7. Вимірювання генерованих блискавкою електричних і магнітних полів. Виявлення спалахів блискавки. Системи локації блискавок. Література: [1], [2], [3], [5], [10].
8	Лекція 8. Методи наближеного розрахунку електричних і магнітних полів, генерованих струмом зворотного удару блискавки поверхнею землі з кінцевою провідністю. Спрощені вирази для розрахунку електричних і магнітних полів. Література: [2], [4], [10].
	Розділ 2. Зовнішня система блискавкозахисту
9	Лекція 9. Вступ. Принципи захисту споруди від прямого удару блискавки. Блискавкоприймачі. Призначення блискавкоприймачів. Розташування системи блискавкоприймачів на споруді. Література: [3], [5], [6], [9].
10	Лекція 10. Розташування системи блискавкоприймачів за допомогою методу рухомої сфери. Розташування системи блискавкоприймачів за допомогою методу сіток. Розташування системи блискавкоприймачів за методом захисного кута. Література: [3], [5], [6], [9].
11	Лекція 11. Порівняння різних методів розташування системи блискавкоприймачів. Конструктивне виконання системи блискавкоприймачів. Література: [3], [5], [6], [9].
12	Лекція 12. Системи струмовідводів. Призначення струмовідводів. Розташування струмовідводів на споруді. Конструктивне виконання системи струмовідводів. Будівлі з консольною балкою. Література: [3], [5], [6], [9].
13	Лекція 13. Приєднання та з'єднання струмовідводів. Розподіл струму в струмовідводах. Література: [3], [5], [6], [9].

14	Лекція 14. Системи заземлення. Загальні принципи улаштування заземлення. Різні приклади конструктивного виконання системи заземлення. Захисне заземлення електроустановок. Штучне зниження питомого опору ґрунту. Корозійна агресивність ґрунту. Література: [3], [5], [6], [9].
15	Лекція 15. Системи заземлення на великих територіях. Заземлювачі в кам'янистих і піщаних ґрунтах. Література: [3], [5], [6], [9].
16	Лекція 16. Напруги дотику та крокова напруга. Ураження блискавкою внаслідок напруги дотику. Ураження блискавкою внаслідок крокової напруги. Заходи захисту від крокової напруги. Заходи захисту від напруги дотику. Література: [3], [5], [6], [9].
Розділ 3. Внутрішня система блискавкозахисту	
17	Лекція 17. Пошкодження через удар блискавки та стрибки напруги. Ураження блискавкою в міських районах. Наслідки ураження блискавкою. Література: [3], [4], [6].
18	Лекція 18. Захисні заходи. Зрівнювання потенціалів відповідно з IEC 60364-4-41 і IEC 60364-5-54. Зрівнювання потенціалів для захисту систем низької напруги. Зрівнювання потенціалів для захисту телекомунікаційних систем та систем передачі даних. Література: [3], [5], [6], [9].
19	Лекція 19. Концепція зон блискавкозахисту. Основні заходи захисту: заземлення, магнітне екранування та зрівнювання потенціалів. Література: [3], [5], [6], [9].
20	Лекція 20. Магнітне екранування. Екранування кабелю. Мережа зрівнювання потенціалів. Зрівнювання потенціалів на межах зон блискавкозахисту. Координація захисних заходів на різних межах різних зон блискавкозахисту. Література: [3], [5], [6], [9].
21	Лекція 21. Захист електричних і електронних систем всередині конструкції від електромагнітного імпульсу від розряду блискавки. Перевірка та обслуговування захисту від електромагнітного імпульсу від розряду блискавки. Література: [2], [3], [4].
22	Лекція 22. Захист від перенапруги для енергосистем: системи електропостачання (в рамках концепції зон захисту від блискавки згідно з IEC 62305-4). Література: [3], [5], [6], [9].
23	Лекція 23. Технічні характеристики пристроїв захисту від імпульсної перенапруги. Рівень захисту від перенапруги, номінальний та максимальний розрядний струм, максимальна робоча напруга, час спрацювання, клас захисту, тип заземлення, тощо. Література: [3], [5], [6], [9].
24	Лекція 24. Застосування пристроїв захисту від імпульсної перенапруги в системах з різним заземленням (TN-S, TN-C, TNC-S, TT, IT). Література: [3], [5], [6], [9].
25	Лекція 25. Захист телекомунікаційних систем від перенапруги. Захист від блискавки телекомунікаційних опорю. Література: [3], [5], [6], [9].
26	Лекція 26. Захист вітрових турбін від блискавки та перенапруги. Небезпека внаслідок дії блискавки. Статистика ураження блискавкою вітрових турбін. Література: [3], [6], [7].
27	Лекція 27. Заклучне заняття. Захист фотоелектричних систем від блискавки та перенапруги. Захист сонячних електростанцій від блискавки та перенапруги. Захист систем відеоспостереження від перенапруги. Вибір пристроїв захисту від імпульсної перенапруги. Підсумки. Література: [3], [6], [8].

Практичні заняття

№	Короткий зміст практичного заняття
1	Електромагнітні моделі зворотних ударів блискавки. Загальний підхід до знаходження розподілу струму уздовж вертикального ідеально провідного проводу над поверхнею землі. Література: [1], [2].
2	Електромагнітні моделі зворотних ударів блискавки. Розподіл струму вздовж вертикального ідеально провідного проводу над поверхнею землі. Література: [1], [2].
3	Електромагнітні моделі зворотних ударів блискавки. Механізм затухання хвилі струму блискавки за відсутності омичних втрат. Література: [1], [2].
4	Моделювання каналу зворотного удару блискавки. Порівняння розподілів струму для різних способів представлення каналу блискавки. Література: [2], [4].

5	Розрахунок електромагнітного поля диполя, розташованого над скінченно провідною поверхнею землі, та його розширення до поля зворотного удару блискавки. Точні вирази для векторного потенціалу диполя над скінченно провідною поверхнею землі. Література: [2], [4].
6	Розрахунок електромагнітного поля диполя, розташованого над скінченно провідною поверхнею землі, та його розширення до поля зворотного удару блискавки. Точні вирази для електромагнітного поля диполя над скінченно провідною землею. Вертикальне електричне поле в повітрі та під поверхнею землі. Література: [2], [4].
7	Розрахунок електромагнітного поля диполя, розташованого над скінченно провідною поверхнею землі, та його розширення до поля зворотного удару блискавки. Точні вирази для електромагнітного поля диполя над скінченно провідною землею. Азимутальне магнітне поле в повітрі та під поверхнею землі. Література: [2], [4].
8	Розрахунок електромагнітного поля диполя, розташованого над скінченно провідною поверхнею землі, та його розширення до поля зворотного удару блискавки. Точні вирази для електромагнітного поля диполя над скінченно провідною землею. Горизонтальне електричне поле в повітрі та під поверхнею землі. Література: [2], [4].
9	Електромагнітні поля зворотного удару блискавки. Моделі струму зворотного удару блискавки, що використовуються в наближених виразах для обчислення електромагнітних полів. Література: [1], [2].

6. Самостійна робота студента

№	Вид самостійної роботи	Кількість годин самостійної роботи студента
1	Підготовка до лекційних занять	54
2	Підготовка до практичних занять	18
3	Підготовка до модульної контрольної роботи	6
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.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на Google-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист індивідуальних завдань з дисципліни здійснюється індивідуально у формі презентації перед аудиторією на останньому практичному занятті;
- політика дедлайнів та перескладань: роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на 60% від можливої максимальної кількості балів за вид діяльності балів. Перескладання робіт відбувається за наявності поважних причин (наприклад, хвороба);
- 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;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соціальних 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: модульна контрольна робота, робота на практичних заняттях.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог робочої програми навчальної дисципліни (силабусу). Умови успішного проходження календарного контролю: повне виконання робочої програми навчальної дисципліни (силабусу) на дату контролю, що передбачає роботу на практичних заняттях.

Семестровий контроль: проводиться у вигляді екзамену. Умови допуску до семестрового контролю: повне виконання робочої програми навчальної дисципліни (силабусу), що передбачає виконання модульної контрольної роботи, роботу студента на практичних заняттях та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Критерії оцінювання роботи на практичному занятті

Ваговий бал: 5. Максимальна кількість балів, яку можна отримати за роботу на всіх практичних заняттях становить 45 балів.

– Відмінна підготовка до практичного заняття (розуміння мети заняття, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні досліджень, правильна та охайна обробка результатів дослідів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою заняття – 5 балів;

– Добра підготовка до практичного заняття, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання – 4 бали;

– Недостатня підготовка до практичного заняття, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, частково правильні відповіді на контрольні питання – 3 бали;

– Неготовність до практичного заняття, пасивна участь у виконанні досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою заняття – 0 балів.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Ваговий бал: 15. Максимальна кількість балів, яку можна отримати за виконання модульної контрольної роботи становить 15 балів.

– Повне розкриття відповіді на теоретичне питання. Розкрито не менше 90% потрібної інформації – 14-15 балів;

– Достатньо повне розкриття відповіді на теоретичне питання. Розкрито не менше 75% потрібної інформації або допущено незначні неточності – 12-13 балів;

– Неповне розкриття відповіді на теоретичне питання. Розкрито не менше 60% потрібної інформації та зроблено деякі помилки – 9-11 балів;

– Незадовільне розкриття відповіді на теоретичне питання. Відповідь не розкрита. Розкрито менше 60% потрібної інформації або зроблено значні помилки – 0 балів.

Критерії оцінювання екзамену

Ваговий бал: 40. Максимальна кількість балів, яку можна отримати на екзамені становить 40 балів.

– Повне розкриття відповіді на завдання з екзаменаційного білету, повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 38-40 балів;

- Достатньо повна відповідь на завдання з екзаменаційного білету, не менше 85% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 36-37 балів;
- Достатньо повна відповідь на завдання з екзаменаційного білету, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 30-35 балів;
- Неповна відповідь на завдання з екзаменаційного білету, не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 26-29 балів;
- Неповна відповідь на завдання з екзаменаційного білету, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 24-28 балів;
- Неправильна відповідь (завдання виконане із суттєвими недоліками) – 0 балів.

Остаточний рейтинг студента складається з суми балів отриманих протягом семестру та на екзамені.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У разі дистанційного навчання студент несе повну відповідальність за наявність у нього технічних засобів комунікації (інтернет, е-пошта, комп'ютер, веб-камера, відповідне програмне забезпечення тощо), необхідних для вивчення дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцентом кафедри теоретичної електротехніки ФЕА Троценком Євгенієм Олександровичем, к.т.н., доцентом кафедри теоретичної електротехніки ФЕА Перетятко Юлією Вікторівною.

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол № 10 від 24.05.2023 р.).

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023 р.).



Пакети спеціалізованих прикладних програм

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>Освітній компонент 1: 1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 5 кредитів ECTS / 150 годин; Освітній компонент 1: 6 кредитів/180 годин: лекції – 54 години; лабораторні роботи – 36 годин; самостійна робота – 60 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік/модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>час і місце проведення аудиторних викладені на сайті rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н, доцент, Перетятко Юлія Вікторівна, peretyatko.julia@gmail.com Лабораторні: к.т.н, доцент, Перетятко Юлія Вікторівна, peretyatko.julia@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NjQ5MTA0NTgyMTI1?cjc=yxltw5r Код курсу: yxltw5r</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітньої компоненти «Пакети спеціалізованих прикладних програм» складено відповідно до освітньо-наукової програми підготовки магістрів «Електроенергетика та електромеханіка» 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 і систем в пакетах прикладних програм.

Результати навчання:

Фахові компетентності:

ФК01. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та

електромеханіки.

ФК02. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК03. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК06. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти 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.

ФК16. Здатність до моделювання, розрахунку та аналізу параметрів перехідних процесів в електроенергетичних та електромеханічних системах.

ФК20. Здатність поєднувати знання теорії електроенергетичних та електромеханічних систем з метою вирішення комплексних міждисциплінарних науково-практичних проблем у цих сферах.

Програмні результати навчання:

ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПРН03. Опановувати 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.

ПРН17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН22. Виконувати моделювання електроенергетичних та електромеханічних систем в рамках проведення досліджень і вирішення практичних завдань.

ПРН24. Вміти вирішувати комплексні міждисциплінарні науково-практичні проблеми у сферах електроенергетичних та електромеханічних систем.

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

Освітня компонента «Пакети спеціалізованих прикладних програм» є вибірковою з циклу професійної підготовки професіоналів в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою.

Успішне засвоєння освітньої компоненти базується на знаннях отриманих при вивченні наступних освітніх компонент як «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електротехнічні матеріали», «Промислова електроніка», «Електричні машини», «Електричні мережі та системи», «Ізоляція електротехнічного обладнання», «Практичний курс іноземної мови».

Результати одержані в процесі вивчення освітньої компоненти «Пакети спеціалізованих прикладних програм» є необхідними для опанування дослідницьких компонент як «Наукова робота за темою магістерської дисертації», «Виконання магістерської дисертації».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна передбачає наступні **теми лекційних занять**:

Зміст

Розділ 1. Вступ до моделювання фізичних явищ

Тема 1.1. Основи фізичного моделювання.

Тема 1.2. Знайомство із середовищем прикладного програмного забезпечення.

Розділ 2. Базові блоки

Тема 2.1. Джерела сигналів

Тема 2.2. Приймачі сигналів

Тема 2.3. З'єднувальні елементи

Тема 2.4. Блоки математичних операцій

Розділ 3. Моделювання та аналіз

Тема 3.1. Інструменти для симуляції моделей

Тема 3.2. Види розв'язувачів та вибір методу аналізу

Розділ 4. Контроль і вимірювання

Тема 4. Блоки вимірювальних та контрольних пристроїв

Розділ 5. Спеціалізовані блоки для створення енергетичних системи

Тема 5.1. Блоки джерел електричної енергії

Тема 5.2. Блоки електротехнічних елементів

Тема 5.3. Блоки лінії

Тема 5.4. Блоки трансформаторів

Розділ 6. Блоки силових перетворювачів

Тема 6.1. Блоки елементів силової електроніки

Розділ 7. Вимикачі та несправності

Тема 7.1. Блоки комутуючих елементів

Розділ 8. Блоки відновлюваних джерел енергії

Тема 8.1. Блок масиву фотоелектричних (PV) модулів

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

Додаткова література:

1. <https://www.mathworks.com/>
2. 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)
3. 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 54 годин лекцій, 36 години лабораторних робіт.

Лабораторні роботи з дисципліни проводяться з метою вивчення обраних блоків в пакетах прикладних програм для набуття здатностей реалізовувати створення імітаційних моделей електроенергетичних системи за допомогою спеціалізованих компонентів і алгоритмів, 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 пакетів прикладних програм. 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
Розділ 1. Вступ до моделювання фізичних явищ	
1	Вступне заняття Предмет, мета та завдання курсу. Організація навчальної роботи. Рекомендована навчальна та нормативна література.
2	Тема 1.1. Основи фізичного моделювання. Фізичне моделювання: ідея, особливості, апробація. Уніфікація кроків створення фізичної моделі.
3	Тема 1.2. Знайомство із середовищем прикладного програмного забезпечення Початок роботи з пакетами спеціалізованих прикладних програм: створення та збереження моделей та даних, меню, структура бібліотеки, пошук блоків та уніфіковані можливості їх меню.
Розділ 2. Базові блоки	
4	Тема 2.1. Джерела сигналів Створення вихідних сигналів із використанням блоків. Імпортування даних для створення сигналів.
5	Тема 2.2. Приймачі сигналів Можливості візуалізації даних.
6	Тема 2.3. З'єднувальні елементи Тема 2.4. Блоки математичних операцій
Розділ 3. Моделювання та аналіз	
7-8	Тема 3.1. Інструменти для симуляції моделей 3.1.1. Графічний інтерфейс користувача 3.1.2. Розрахунок схеми комплексним методом 3.1.3. Дискретизація моделі 3.1.4. Розрахунок встановленого режиму 3.1.5. Ініціалізація трифазних схем, що містять електричні машини 3.1.6. Визначення імпедансу кола 3.1.7. Гармонійний аналіз 3.1.8. Створення звіту 3.1.9. Інструмент розрахунку характеристики намагнічування
9	Тема 3.2. Види розв'язувачів та вибір методу аналізу Вибір типу розв'язувача для обчислення стану моделі під час симуляції

Розділ 4. Контроль і вимірювання	
10	Тема 4. Блоки вимірювальних та контрольних пристроїв 4.1. Current Measurement - вимірювач струму 4.2. Measurement – вимірювач напруги 4.3. Multimeter - мультиметр 4.4. 3-Phase V - I Measurement - трифазний вимірювач 4.5. Impedance Measurement – вимірник повного опору та інші
Розділ 5. Спеціалізовані блоки для створення енергетичних, електротехнічних та електромеханічних системи	
11-13	Тема 5.1. Блоки джерел електричної енергії 5.1.1. DC Voltage Source - ідеальне джерело постійної напруги 5.1.2. AC Voltage Source - ідеальне джерело змінної напруги 5.1.3. AC Current Source – ідеальне джерело змінного струму 5.1.4. Controlled Voltage Source – кероване джерело напруги 5.1.5. Controlled Current Source – кероване джерело струму 5.1.6. 3-Phase Source – трифазне джерело напруги 5.1.7. 3-Phase Programmable Voltage Source - трифазне програмоване джерело напруги
14-16	Тема 5.2. Блоки електротехнічних елементів 5.2.1. Series RLC-Branch - послідовна RLC-ділянка кола 5.2.2. Parallel RLC-Branch – паралельна RLC- ділянка кола 5.2.3. Series RLC-Load – послідовне RLC-навантаження 5.2.4. Parallel RLC-Load – паралельне RLC-навантаження 5.2.5. 3-Phase Series RLC-Branch - трифазна послідовна RLC-ділянка кола 5.2.6. 3-Phase Parallel RLC-Branch - трифазна паралельна RLC- ділянка кола 5.2.7. 3-Phase Series RLC-Load – трифазне послідовне RLC-навантаження 5.2.8. 3-Phase Parallel RLC-Load - трифазна паралельна RLC-навантаження 5.2.9. 3-Phase Dynamic Load – трифазне динамічне навантаження 5.2.10. Mutual Inductance – взаємна індуктивність 5.2.11. 3-Phase Mutual Inductance Z1-Z0 - трифазна взаємна індуктивність та інші
17	Модульна контрольна робота
18-19	Тема 5.3. Блоки ліній 5.3.1. Surge Arrester – грозозахисний розрядник 5.3.2. PI-Section Line – лінія електропередачі із зосередженими параметрами 5.3.3. 3-Phase PI-Section Line - трифазна лінія електропередачі із зосередженими параметрами 5.3.4. Distributed Parameters Line – лінія електропередачі з розподіленими параметрами
20-21	Тема 5.4. Блоки трансформаторів 5.4.1. 3-phase Transformer (Three Windings) – трифазний триобмотувальний трансформатор 5.4.2. 3-phase Linear Transformer (12-terminals) - трифазний лінійний трансформатор (12-висновків) 5.4.3. Zigzag Phase-Shifting Transformer - трифазний трансформатор з первинною обмоткою, з'єднаною в зигзаг 5.5.4. Linear Transformer - лінійний трансформатор 5.5.5. Saturable Transformer – нелінійний трансформатор 5.5.6. 3-phase Transformer (Two Windings) - трифазний двообмотувальний трансформатор
Розділ 6. Блоки силових перетворювачів	
22-23.	Тема 6. Блоки елементів силової електроніки

	Вивчення задання параметрів та налаштування блоків: Diode; GTO; Ideal Switch; IGBT; IGBT/Diode; MOSFET; Three-Level Bridge; Thyristor; Universal Bridge
Розділ 7. Вимикачі та несправності	
24-25.	Тема 7. Блоки комутуючих елементів 7.1. Breaker – вимикач змінного струму 7.2. 3-Phase Breaker – трифазний вимикач змінного струму 7.3. 3-Phase Fault – трифазний короткозамикач
Розділ 8. Блоки відновлюваних джерел енергії	
26	Тема 8.1. Блок масиву фотоелектричних (PV) модулів
27	Залікова контрольна робота

Лабораторні заняття

Назва лабораторної роботи	Кількість а.год
Лабораторна робота № 1. Основні кроки для побудови фізичної моделі Завдання 1.1. Дослідження моделі однофазного кола змінного струму	2
Лабораторна робота № 2. Усталені процеси в однофазних колах постійного та змінного струму Завдання 2.1. Дослідження моделі активного двополюсника постійного струму	2
Лабораторна робота № 3. Усталені процеси у трифазних електричних колах Завдання 3.1. Дослідження моделі трифазного кола для аналізу симетричних складових	2
Завдання 3.2. Дослідження моделі трифазного кола для аналізу гармонічного складу несинусоїдного струму та напруги в окремих фазах електричного кола	4
Лабораторна робота № 4. Перехідні процеси в однофазних електричних колах постійного та змінного струму Завдання 4.1. Дослідження та аналіз перехідних процесів в колі імпульсного розряду накопичувального конденсатора на технологічне навантаження	4
Лабораторна робота № 5. Створення моделей ліній електропередачі Завдання 5.1. Імітаційне моделювання трифазної мережі 20/0,4 кВ	2
Завдання 5.2. Імітаційне моделювання та аналіз аварійних станів трифазної мережі 20/0,4 кВ	4
Лабораторна робота № 6. Некеровані випрямлячі та згладжувальні фільтри Завдання 6.1. Імітаційне моделювання та аналіз однофазного однонапівперіодного випрямляча при роботі на активне навантаження	4
Завдання 6.2. Імітаційне моделювання та аналіз однофазного мостового випрямляча при роботі на активне навантаження (без фільтра, з L-фільтром, з C-фільтром, з Г-подібним LC-фільтром)	4
Лабораторна робота № 7. Однофазні та трифазні керовані випрямлячі Завдання 7.1. Імітаційне моделювання та аналіз однофазного мостового керованого випрямляча при роботі на різні види навантаження	4
Завдання 7.2. Імітаційне моделювання та аналіз трифазного керованого випрямляча з нульовим виводом трансформатора (схема Міткевича) при роботі на різні види навантаження	4

Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість
------	------------------------	-----------

		годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	8
2	Підготовка до лабораторних занять	44
3	Підготовка до МКР	2
4	Підготовка до заліку	6

Контрольна робота

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка знань із освітнього компоненту та набуття студентами навичок самостійного вирішення поставлених задач.

Контрольна робота проводиться на лекційному занятті. Кожен студент отримує індивідуальне завдання направлене на створення імітаційної моделі у віртуальному просторі. Контрольна робота проводиться в кінці вивчення теми 5.2 і завдання охоплюють весь попередній матеріал. Студенти повинні продемонструвати можливість самостійно виконати необхідні первинні розрахунки та підібрати блоки для побудови імітаційної моделі, обрати розв'язувач, виконати симуляцію та обґрунтувати справедливість отриманих результатів.

Політика та контроль

6. 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 лабораторних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних 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; 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.

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

Поточний контроль: МКР, лабораторні роботи

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

Семестровий контроль: залік

1. Результуючий рейтинговий бал студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання 11 та захисту 10 лабораторних робіт (лабораторна робота №1 ознайомча, не передбачає досліджень та не оцінюється);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання обов'язкового залікового завдання.

Контрольний захід	Кількість контрольних заходів	Максимальний бал за один контрольний захід	Всього балів
Лабораторні роботи	10 завдань	5	50
МКР	1 робота	10	20
Залікове завдання	1 завдання	40	40
			100

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

2. Критерії нарахування балів за види поточного контролю:

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 виконанні 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.

На модульній контрольній роботі студент має виконати два завдання:

Завдання 1. Побудова блочної моделі на базі заданого завдання.

Завдання 2. Зняття показів приладів та осцилограм та обґрунтування адекватності отриманих результатів.

Критерії оцінювання

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 6 балів) або відсутність під час проведення роботи – 0 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 отримання заліку є зарахування усіх лабораторних робіт, зарахування залікової роботи та рейтинг не менше 60 балів із 100 можливих.

Залікова робота проводиться на останньому лекційному занятті та передбачає виконання імітаційного моделювання на базі розрахунків студента при виконанні одного з КП, згідно навчального плану, на вибір студента.

8. 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 №9 від 24.05.2023)

Погоджено Методичною радою ФЕА (протокол №10 від 22.06.2023 р.).



ВИМІРЮВАННЯ ВИСОКИХ НАПРУГ І ВЕЛИКИХ СТРУМІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 6 кредитів ECTS / 150 годин; аудиторних – 90 год: лекції – 54 годин; лабораторні заняття – 36 годин самостійна робота – 60 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>1,5 лекцій (3 години) 1,5 рази на тиждень 1 практичне заняття (2 години) 1 раз на тиждень 1 лабораторне заняття (4 години) 1 раз на 2 тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net</i> Практичні заняття: <i>к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTg4Mzc3OTY5Mjkw?cjc=u3nzhwc

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Вимірювання високих напруг і великих струмів» складено відповідно до освітньої-наукової програми підготовки магістра «Електроенергетика та електромеханіка» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей: ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ФК06. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. ФК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Предметом вивчення дисципліни: - ізоляція та ізоляційні системи високовольтного обладнання, ефективні методи випробувань електрообладнання електричних мереж; обладнання для проведення випробувань електроустаткування, особливості його застосування в лабораторії та в процесі експлуатації; сучасні методи обробки та аналізу результатів випробувань електроустаткування.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:

ПРН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем. ПРН03. Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПРН17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами "Техніка високих напруг", «Електрична частина станцій та підстанцій», «Теоретичні основи електротехніки», «Ізоляція електротехнічного обладнання», «Діагностування стану електротехнічного обладнання».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вимірювання високих постійних, імпульсних напруг, максимального та діючого значення змінної напруги.

Тема 1.1. Вимірювання максимальних значень постійних, імпульсних та змінних напруг за допомогою розрядників

1.1.1. Кульові розрядники. Розрядники з однорідним полем. Стрижневі розрядники.

Тема 1.2. Вимірювання високої постійної напруги та діючого значення змінної напруги.

1.2.1. Високовольтні резистори та подільники напруги.

1.2.2. Електростатичні вольтметри.

Тема 1.3. Вимірювання діючого значення змінної високої напруги.

1.3.1. Додаткові конденсатори та ємнісні подільники напруги

1.3.2. Ємнісні трансформатори напруги

1.3.3. Індуктивні трансформатори напруги.

Тема 1.4. Вимірювання максимальних значень змінних та імпульсних високих напруг.

1.4.1. Вимірювання максимального значення напруги по Хубу та Фортеске.

1.4.2. Пристрої для вимірювання максимальних значень напруги із застосуванням подільників.

1.4.3. Пристрої для вимірювання імпульсних напруг із застосуванням подільників напруги.

Тема 1.5. Вимірювання високих постійних напруг та миттєвих значень змінної напруги роторними кіловольтметрами.

Тема 1.6. Абсолютні вимірювання напруги.

Розділ 2. Вимірювання високих імпульсних напруг за допомогою подільників напруги.

Тема 2.1. Вимірювальні ланцюги та їх передавальні характеристики.

2.1.1. Визначення передавальних характеристик шляхом вимірювання частотних характеристик

2.1.2. Визначення передавальних характеристик шляхом вимірювання реакції системи на прямокутний імпульс

2.1.3. Імпульсні генератори в схемах вимірювання реакції системи на прямокутний імпульс

2.1.4. Час наростання та час реакції на прямокутний імпульс

2.1.5. Визначення похибок вимірювання максимального значення зрізаного на фронті імпульса

2.1.6. Обернений вплив подільника напруги на джерело високої напруги

Тема 2.2. Омичні подільники напруги.

2.2.1. Омичний подільник напруги з паралельним з'єднанням елементів та без урахування паразитних індуктивностей та ємностей

2.2.2. Омичний подільник напруги з урахування розподілених індуктивностей та ємностей

Тема 2.3. Ємнісні подільники напруги

2.3.1. Ємнісний подільник напруги та вплив елементів його підключення на характеристики

2.3.2. Ємнісний подільник напруги з зосередженою ємністю на стороні високої напруги

2.3.3. Ємнісний подільник напруги з роззосередженими ємностями на стороні високої напруги

2.3.4. Плече низької напруги ємнісного подільника напруги

2.3.5. Узгодження кабелю в плечі низької напруги ємнісного подільника напруги.

Розділ 3. Вимірювання великих імпульсних струмів

Тема 3.1. Шунти

3.1.1. Конструкції шунтів

3.1.2. Визначення характеристик шунтів

Тема 3.2. Пояс Роговського

3.2.1. Конструкції поясу Роговського та його характеристики

Тема 3.3. Застосування ефекту Холла в пристроях вимірювання великих струмів

3.3.1. Конструкції датчиків на основі ефекту Холла

Розділ 4. Нетрадиційні способи вимірювання високих напруг.

Тема 4.1. Оптичні ефекти

Тема 4.2. Модуляція інтенсивності світла

Тема 4.3. Нетрадиційні методи вимірювання струму

4.3.1. Активні системи

4.3.2. Пасивні системи

Тема 4.4. Нетрадиційні способи вимірювання напруги

Розділ 5. Швидкісні цифрові реєстратори перехідних процесів для імпульсних вимірювань.

Тема 5.1. Принцип та плин розвитку цифрових реєстраторів перехідних процесів.

Тема 5.2. Власні похибки в цифрових реєстраторах.

Тема 5.3. Характеристики аналого-цифрових реєстраторів і параметри, які необхідні при реєстрації результатів високовольтних випробувань

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Техніка високих напруг : [Навчальний посібник] / О.В. Гай, Кулик Б.І. – К. : , 2021. – 710 с.

2. Лавренова, Д. Л. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Д. Л. Лавренова, В. М. Хлистов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,92 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 133 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30052>

3. Порівняльний аналіз діючих стандартів і методик з інтерпретації результатів АРГ : навчально-методичний посібник для виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань / О. В. Шутенко, О. С. Кулик, С. Г. Пономаренко. – Харків : Друкарня Мадрид, 2021. – 126 с.

4. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 Норми випробування електрообладнання (нова редакція 2020).

5. СОУ-Н ЕЕ 43.101:2009. Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел. Норми оцінювання якості. (Діючий на 2022р.)

6. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 (Діючий на 2022р.) Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки., ДП НТУКЦ «АсЕл-Енерго», Київ, 2007. (Нормативний документ Міністерства палива та енергетики України).

Додаткові інформаційні ресурси:

1. Техніка і електрофізика високих напруг: Навч. посібник / За ред. В.О.Бржезицького та В.М.Михайлова. – Харків: НТУ „ХПІ” – Торнадо, 2005. – 930 с.

2. Вимірювання високих напруг і великих струмів / Навчальний посібник для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Техніка та електрофізика високих напруг» // Укладачі: Бржезицький В. О., Проценко О. Р., Лапоша М. Ю. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 133 с.

3. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: Навч. посібник / Уклад.: В.Б.Абрамов, В.О.Бржезицький, О.Р.Проценко, під ред. Бржезицького В.О. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 235 с.

9. Вимірювання високих напруг і великих струмів [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології», спеціальностей 7.05070104, 8.05070104 «Техніка та електрофізика високих напруг» / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, С. А. Соколовський. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,00 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 76 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/9363>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
	Розділ 1. Вимірювання високих постійних, імпульсних напруг, максимального та діючого значення змінної напруги.
1	Тема 1.1. Вимірювання максимальних значень постійних, імпульсних та змінних напруг за допомогою розрядників Лекція №1. Кульові розрядники. Розрядники з однорідним полем. Стрижневі розрядники.
2	Тема 1.2. Вимірювання високої постійної напруги та діючого значення змінної напруги. Лекція №2. Високовольтні резистори та подільники напруги.
3	Лекція №3. Електростатичні вольтметри.
4	Тема 1.3. Вимірювання діючого значення змінної високої напруги. Лекція 4. Додаткові конденсатори та ємнісні подільники напруги Ємнісні трансформатори напруги. Індуктивні трансформатори напруги.
5	Тема 1.4. Вимірювання максимальних значень змінних та імпульсних високих напруг. Лекція 5.. Вимірювання максимального значення напруги по Хубу та Фортеске. Пристрої для вимірювання максимальних значень напруги із застосуванням подільників.
6	Лекція 6. Пристрої для вимірювання імпульсних напруг із застосуванням подільників напруги.
7	Тема 1.5. Вимірювання високих постійних напруг та миттєвих значень змінної напруги роторними кіловольтметрами. Лекція 7. Вимірювання високих постійних напруг та миттєвих значень змінної напруги роторними кіловольтметрами
8	Тема 1.6. Абсолютні вимірювання напруги. Лекція 8. Абсолютні вимірювання напруги.
	Розділ 2. Вимірювання високих імпульсних напруг за допомогою подільників напруги.
9	Тема 2.1. Вимірювальні ланцюги та їх передавальні характеристики. Лекція 9. Визначення передавальних характеристик шляхом вимірювання частотних характеристик. Визначення передавальних характеристик шляхом вимірювання реакції системи на прямокутний імпульс.
10	Лекція 10. Імпульсні генератори в схемах вимірювання реакції системи на прямокутний імпульс. Час наростання та час реакції на прямокутний імпульс. Визначення похибок вимірювання максимального значення зрізаного на фронті імпульса. Обернений вплив подільника напруги на джерело високої напруги.
11	Тема 2.2. Омичні подільники напруги. Лекція 11. Омичний подільник напруги з паралельним з'єднанням елементів та без урахування паразитних індуктивностей та ємностей. Омичний подільник напруги з урахування розподілених індуктивностей та ємностей.
12	Тема 2.3. Ємнісні подільники напруги Лекція 12.. Ємнісний подільник напруги та вплив елементів його підключення на характеристики
13	Лекція 13.Ємнісний подільник напруги з зосередженою ємністю на стороні високої напруги. Ємнісний подільник напруги з роззосередженими ємностями на стороні високої напруги.
14	Лекція 14. Плече низької напруги ємнісного подільника напруги. Узгодження кабелю в плечі низької напруги ємнісного подільника напруги.
	Розділ 3. Вимірювання великих імпульсних струмів
	Тема 3.1. Шунти
15	Лекція 15.. Конструкції шунтів.
16	Лекція 16.. Визначення характеристик шунтів.
	Тема 3.2. Пояс Роговського.

17	Лекція 17.. Конструкції поясу Роговського та його характеристики.
18	Тема 3.3. Застосування ефекту Холла в пристроях вимірювання великих струмів Лекція 18.. Конструкції датчиків на основі ефекту Холла.
	Розділ 4. Нетрадиційні способи вимірювання високих напруг.
19	Тема 4.1. Оптичні ефекти Лекція 19. Оптичні ефекти для вимірювання високих напруг з малими похибками.
20	Тема 4.2. Модуляція інтенсивності світла Лекція 20. Модуляція інтенсивності світла. Ефект Керра.
21	Тема 4.3. Нетрадиційні методи вимірювання струму Лекція 21. Активні вимірювальні системи.
22	Лекція 22. Пасивні вимірювальні системи.
23	Тема 4.4. Нетрадиційні способи вимірювання напруги Лекція 23. Нетрадиційні способи вимірювання напруги. Абсолютні методи вимірювань.
	Розділ 5. Швидкісні цифрові реєстратори перехідних процесів для імпульсних вимірювань.
24	Тема 5.1. Принципи та плин розвитку цифрових реєстраторів перехідних процесів. Лекція 24. Принципи та плин розвитку цифрових реєстраторів перехідних процесів.
25	Тема 5.2. Власні похибки в цифрових реєстраторах. Лекція 25. Похибки в цифрових реєстраторах та способи їх оцінки.
26	Тема 5.3. Характеристики аналого-цифрових реєстраторів і параметри, які необхідні при реєстрації результатів високовольтних випробувань Лекція 26. Характеристики аналого-цифрових реєстраторів і параметри, які необхідні при реєстрації результатів високовольтних випробувань.
27	Тема 5.4. Тенденції розвитку систем реєстрації швидкоплинних процесів. Лекція 27. Тенденції розвитку систем реєстрації швидкоплинних процесів.

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Вступне заняття	2
2	Дослідження кіловольтметрів	4
3	Дослідження вимірювача високої напруги постійного та змінного струмів ВВН-0,8-100М	4
4	Дослідження високовольтного осцилографа ОВ-2	4
5	Дослідження трансформатора ІОМ-100/25	4
6	Дослідження цифрового осцилографа OWON XDS3000	4
7	Визначення амплітудно-частотної характеристика широкосмугового подільника напруги.	4
8	Визначення полоси пропускання імпульсних вимірювальних систем шляхом реєстрації реакції на прямокутний імпульс.	4
9	Дослідження генераторів синхронізації реєстрації високовольтних генераторів з вимірювальними системами.	4
10	Коллоквиум	2
	Всього:	36

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до лабораторних занять та проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях
2	Підготовка до МКР
3	Підготовка до заліку

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 протоколу та захист лабораторних робіт з дисципліни;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський 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:
 - несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають зменшення максимального балу зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - перескладання захисту лабораторних робіт не передбачено;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
 - заохочувальні 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, 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; 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: МКР, лабораторні роботи.

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання усіх лабораторних робіт.

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

- виконання та захист восьми лабораторних робіт;
- виконання однієї контрольної роботи у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Лабораторні роботи	МКР
80	20

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 10.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 10 балів * 8 = 80 балів.

Критерії оцінювання

- якісна підготовка до лабораторної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні досліджень, правильна та охайна обробка результатів дослідів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою роботи $-(0,9..1)*10$;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання $(0,89..0,75)*10$;
- недостатня підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання – $(0,74..0,6)*10$;
- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин. Завдання контрольної роботи складається з двох теоретичних питань.

Ваговий бал МКР – 10 балів.

Максимальний бал за МКР – 1 * 10 = 10 балів.

Критерії оцінювання

- правильна та повна відповідь на теоретичне питання – $(0,9..1)*10=9...10$ балів;
- правильна але не повна відповідь на теоретичне питання – $(0,89..0,75)*10 = 7...8$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання – $(0,74..0,6)*10=5...6$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання, розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Із загального розрахунку максимальна сума балів, що може бути отримана студентом протягом семестру складає:

$$R_D = 80 + 20 = 100 \text{ балів}$$

За результати навчальної роботи за перші 7 тижнів студент може набрати 50 балів. На першому календарному контролі (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30 балів.

За результати 13 тижнів навчальної роботи студент максимально може набрати 100 балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 60 балів.

Необхідною умовою отримання заліку є зарахування всіх та лабораторних робіт, виконання МКР та стартовий рейтинг не менше 60% від 100 балів, тобто 60 балів.

Форма семестрового контролю – залік

- За умови виконання вимог допуску до семестрового контролю та отримання не менше 60 балів стартового рейтингу студент має право переведення балів стартового рейтингу у підсумкову оцінку за дисципліну.

- За умови виконання вимог допуску до семестрового контролю, або якщо студент отримав 60 чи більше балів та хоче підвищення оцінки за дисципліну, він зобов'язаний писати залікову контрольну роботу, при цьому стартовий рейтинг студента скасовується, а оцінка за залікову контрольну роботу є підсумковою за дисципліну.

– **Залікове завдання** містить 3 залікових питання. Перше залікове питання оцінюється максимально у 34 бали, друге та третє залікові питання оцінюються максимально у 33 бали кожне.

– Критерії оцінювання **першого** залікового питання:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 32-34 балів;

– «дуже добре», майже повна відповідь на питання у обсязі не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 29-33 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 25-28 балів;

– «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 22-24 балів;

– «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 20-21 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Критерії оцінювання **другого та третього** залікових питань:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 32 – 33 балів,

– «дуже добре», майже повна відповідь на питання у обсязі не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 29-31 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 25-28 балів;

– «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 22-24 балів;

– «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 20 – 21 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Остаточний рейтинг студента складає суму балів, отриманих за виконання всіх завдань, передбачених РСО, або за виконання залікового завдання.

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)

У разі дистанційного навчання студент несе повну відповідальність за наявність у нього технічних засобів комунікації (інтернет, е-пошта, комп'ютер, веб-камера, відповідне програмне забезпечення тощо), необхідних для вивчення дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол №_10_ від 24.05.2023р.

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023р.)



ВИСОКОВОЛЬТНІ ВИПРОБУВАЛЬНІ УСТАНОВКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 7 кредитів ECTS / 210 годин; аудиторних – 90 год: лекції – 72 годин; практичні заняття – 18 годин; самостійна робота – 120 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net</i> Практичні заняття: <i>к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTQxODM0NDIxMTQz?cjc=dcmod6g</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Високовольтні випробувальні установки» складено відповідно до освітньої-наукової програми підготовки магістра «Електроенергетика та електромеханіка» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є підсилення та закріплення у студентів наступних компетентностей: ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення; ФК12. Здатність проектувати та розробляти випробні та спеціалізовані високовольтні трансформатори та генератори постійної високої напруги, ємнісні високовольтні генератори імпульсних напруг та імпульсних струмів; ФК13. Здатність запроваджувати комплексний контроль технічного стану ізоляції різноманітного високовольтного обладнання енергосистеми, включаючи трансформатори, реактори, ізолятори.

Предметом вивчення дисципліни: - випробувальні установки для генерування високих напруг постійного струму, змінного струму та імпульсного струму. Методи розрахунків елементів такого обладнання.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:
ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПРН07. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРН22. Використовувати сучасні методи моніторингу та діагностування стану ізоляції високовольтного електрообладнання в електричних системах та мережах, електричних станціях та підстанціях, на об'єктах альтернативної енергетики.

ПРН23. Обслуговувати та експлуатувати високовольтне випробувальне електро- устаткування, вимірювальне обладнання, а також обробляти результати вимірювань.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами "Техніка високих напруг", «Електрична частина станцій та підстанцій», «Теоретичні основи електротехніки», «Ізоляція електротехнічного обладнання», «Діагностування стану електротехнічного обладнання».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Випробування на змінній напрузі. Випробні та спеціалізовані трансформатори

Тема 2.1. Призначення генераторів та основні схеми високовольтних випрямлячів.

Тема 1.1. Вимоги до основних електричних параметрів

Тема 1.2. Випробні трансформатори.

Тема 1.3. Спеціалізовані трансформатори.

Розділ 2. Випробування на постійній напрузі. Генератори постійної високої напруги

Тема 2. 2. Каскадні генератори

Тема 2.3. Електростатичні генератори

Розділ 3. Випробування на імпульсній напрузі. Ємнісні накопичувачі і генератори імпульсних напруг

Тема 3.1. Схеми ємнісних накопичувачів і генераторів імпульсних напруг

Тема 3.2. Аналіз розрядного контуру генератора та наближений розрахунок розрядних та фронтових опорів

Тема 3.3. Вплив параметрів об'єкту та розрядного контуру на форму імпульсу.

Тема 3.4. Спеціальні види генераторів імпульсних напруг

Розділ 4. Ємнісні генератори імпульсних струмів

Тема 4.1. Загальні характеристики та розрахунок генераторів

Тема 4.2. Узгодження генератора з навантаженням.

Тема 4.3. Генератори комутаційних імпульсів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Техніка високих напруг : [Навчальний посібник] / О.В. Гай, Кулик Б.І. – К. : , 2021. – 710 с.
2. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 Норми випробування електрообладнання (нова редакція 2020).
3. СОУ-Н ЕЕ 43.101:2009. Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел. Норми оцінювання якості. (Діючий на 2022р.)
4. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 (Діючий на 2022р.) Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки., ДП НТУКЦ «АсЕл-Енерго», Київ, 2007. (Нормативний документ Міністерства палива та енергетики України).
5. Лавренова, Д. Л. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Д. Л. Лавренова, В. М. Хлистов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,92 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 133 с. – Назва з екрана.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30052>

Додаткові інформаційні ресурси:

1. Техніка і електрофізика високих напруг: Навч. посібник / За ред. В.О.Бржезицького та В.М.Михайлова. – Харків: НТУ „ХПІ” – Торнадо, 2005. – 930 с.
2. Техніка високих напруг. Розрахунок і конструювання електричної ізоляції: Навч. посібник / А.Г.Гурін , В.В.Рудаков. – Х.: Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2014. – 192 с.

3. Високовольтні випробувальні установки: Методичні вказівки до курсового проектування для студентів спеціальності 7.090604, 8.090604 "Техніка і електрофізика високих напруг" / Уклад.: Б.М. Кондра, С.А. Соколовський, В.І. Хомініч, К.: НТУУ «КПІ», 2010, 59.

4. Василюк С.В., Василюк К.С. Техніка високих напруг: навчальний посібник. [Електронне видання]. – НУВГП, 2018. – 187 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

<i>Назва теми лекції та перелік основних питань</i>
Розділ 1. Випробування на змінній напрузі. Випробувальні та спеціалізовані трансформатори
Тема 1.1. Загальні вимоги до випробувальних та спеціалізованих трансформаторів.
Лекція 1. Випробувальні трансформатори. Вимоги, які ставляться до випробувальних трансформаторів. Конструкції випробувальних трансформаторів.
Лекція 2. Вимоги до індуктивності намагнічування. Вимоги до індуктивності розсіяння та її розрахунок.
Лекція 3. Зниження індуктивності розсіяння за допомогою зрівнювальних обмоток.
Лекція 4. Їмність обмоток трансформаторів. Вплив ємності та індуктивності розсіяння обмоток імпульсного трансформатора на форму вихідного сигналу.
Лекція 5. Розрахунок ємності обмоток трансформатора. Вимірювання ємності обмоток трансформатора.
Лекція 6. Каскадне з'єднання трансформаторів. Регулювання та стабілізація напруги на зажимах трансформатора.
Лекція 7. Робота випробувальних та спеціалізованих трансформаторів на резонансне навантаження.
Лекція 8. Випробування шунтуючих реакторів у режимі резонансу струмів. Випробування шунтуючих реакторів у режимі резонансу напруг
Лекція 9. Спеціалізовані трансформатори. Резонансні трансформатори високої частоти. Трансформатор на зв'язаних L-C контурах. Імпульсний трансформатор з обмотками з одножильного кабеля. Конструкції резонансних трансформаторів.
Розділ 2. Випробування на постійній напрузі. Генератори постійної високої напруги.
Лекція 10. Загальні відомості щодо генераторів. Схеми високовольтних випрямлячів та помножувачів. Схема однонапівперіодного випрямлення. Схеми двонапівперіодного випрямлення.
Лекція 11. Схеми випрямлення з помноженням напруги.
Лекція 12. Схеми подвоєння напруги. Схема потроєння напруги.
Лекція 13. Каскадні генератори постійної високої напруги. Класична схема каскадного генератора.
Лекція 14. Методика визначення амплітуди пульсацій і середнього значення падіння напруги. Вплив паразитних ємностей на вихідну напругу генераторів.
Лекція 15. Схема А.К.Вальтера і В.Д. Сінельникова. Схема Попкова. Симетрична схема генератора.
Лекція 16. Визначення амплітуди пульсації і середнього значення падіння напруги.
Лекція 17. Симетрична схема Гельперна. Схема Уокера-Петерса.
Лекція 18. Циклічні каскадні випрямні установки.
Лекція 19. Трифазні каскадні випрямлячі.
Лекція 20. Динамітрон. Каскадні випрямлячі з індуктивною розв'язкою за напругою. Випрямлячі з ізольованим сердечником трансформатора.
Лекція 21. Трансформаторно-випрямні пристрої. Електростатичні генератори.

Розділ 3. Випробування на імпульсній напрузі. Ємнісні накопичувачі і генератори імпульсних напруг.
Тема 3.1. Принцип дії та схеми генераторів
Лекція 22. Конструкції генераторів. Класична схема Маркса. Пряма, обернена схеми.
Лекція 23. Схема Маргера. Симетричні схеми.
Тема 3.2. Аналіз розрядного контура генератора та наближений розрахунок розрядних та фронтових опорів
Лекція 24. Аналітичне розв'язання системи диференціальних рівнянь для схеми заміщення генератора.
Тема 3.3. Вплив параметрів об'єкту та розрядного контуру на форму імпульса
Лекція 25. Вплив індуктивності та ємності розрядного контуру генератора на форму імпульса.
Лекція 26. Генератори з перезарядкою конденсаторів, (Фітча), Генератори з багатозазорними розрядниками.
Лекція 27. Розміщення ГН у високовольному залі
Розділ 4. Генератори імпульсних струмів
Тема 4.1. Загальні характеристики генераторів.
Лекція 28. Розрахунок генератора імпульсних струмів
Лекція 29 Аналітичне розв'язання системи рівнянь для схеми заміщення розрядного контуру генератора.
Лекція 30. Інтеграли питомої та повної дії струму.
Лекція 31. Особливості розв'язання рівнянь схеми заміщення при врахуванні комутуючих елементів.
Лекція 32. Узгодження генератора з навантаженням.
Тема 4.2. Генератори з шунтуванням конденсаторів. Нагромаджувачі з узгоджувальним трансформатором.
Лекція 33. Оптимізація параметрів генератора у залежності від параметрів розрядного контура.
Тема 4.3. Генератори комутаційних імпульсів.
Лекція 34. Основні параметри комутаційних імпульсів напруги
Лекція 35. Схеми генераторів комутаційних імпульсів
Лекція 36. Для розрахунку форми імпульсу напруги в залежності від параметрів схеми.

Практичні заняття

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість ауд. годин
1	Система схемотехнічного моделювання електротехнічних аналогових пристроїв в системі MultiSim. Можливості системи MultiSim.	2
2	Дослідження однонапівперіодного напівпровідникового випрямляча.	2
3	Дослідження двохнапівперіодного напівпровідникового випрямляча з відведенням від середньої точки.	2
4	Дослідження двохнапівперіодного напівпровідникового мостового випрямляча	2
5	Колоквіум	2
6	Дослідження однофазного однонапівперіодного подвоювача напруги	2
7	Однокаскадна схема подвоєння напруги	2
8	Дослідження каскадної схеми множення напруги.	2
9	Колоквіум	2

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до практичних занять та проведення розрахунків за темою заняття
2	Підготовка до МКР

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 протоколу та захист лабораторних робіт з дисципліни;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський 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:
 - несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають зменшення максимального балу зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - перескладання захисту лабораторних робіт не передбачено;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
 - заохочувальні 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, 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; 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: МКР, практичні роботи.

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

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання усіх лабораторних робіт.

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

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях та лабораторних заняттях;
- виконання та захист дев'яти лабораторних робіт;
- виконання двох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Практичні роботи	МКР	Рекз
36	20	44

Виконання та захист практичних робіт

Ваговий бал – 6.

Максимальна кількість балів за всі практичні роботи – 6 балів * 6 = 36 балів.

Критерії оцінювання

- якісна підготовка до практичної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні досліджень, правильна та охайна обробка результатів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою роботи
 $-(0,9..1)*6 = 6,0$ балів;
- добра підготовка до практичної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів, неповні відповіді на контрольні питання –
 $(0,89..0,75)*6 = 5,0$ балів;
- недостатня підготовка до практичної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів, часткові відповіді на контрольні питання –
 $(0,74..0,6)*6 = 4,0$ балів;
- неготовність до практичної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з однієї частини. Завдання контрольної роботи складається з двох теоретичних питань.

Ваговий бал МКР – 20 балів.

Максимальний бал за МКР – 1 * 20 = 20 балів.

Критерії оцінювання

- правильна та повна відповідь на теоретичне питання, правильне вирішення задачі – $(0,9..1)*20$ балів;
- правильна але не повна відповідь на теоретичне питання, правильне вирішення задачі – $(0,89..0,75)*20$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання, правильне вирішення задачі – $(0,74..0,6)*20$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання, розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Із загального розрахунку максимальна сума балів, що може бути отримана студентом протягом семестру складає:

$$R_D = 36 + 20 = 56 \text{ балів}$$

За результати навчальної роботи за перші 7 тижнів студент може набрати 28 балів. На першому календарному контролі (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 14 балів.

За результати 13 тижнів навчальної роботи студент максимально може набрати 56 балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 28 балів.

Необхідною умовою отримання допуску до екзамену є зарахування всіх практичних робіт та стартовий рейтинг не менше 60% від 56 балів, тобто 34 балів.

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох завдань.

Кожне завдання включає два теоретичних питання з різних розділів програми навчального курсу.

Критерії оцінювання екзамену

Максимальний рейтинг екзамену - 44 балів.

Рейтинг екзамену 41 – 44 балів – студент дав чіткі та вичерпні відповіді на теоретичні питання.

Рейтинг екзамену 37 – 40 балів – студент правильно розв'язав задачу, дав чіткі відповіді на теоретичні питання.

Рейтинг екзамену 33 – 36 балів – відповідаючи на теоретичні питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача.

Рейтинг екзамену 29 – 32 балів – при відповіді на теоретичні питання студент частково відповідає на екзаменаційні питання, знає визначення основних понять дисципліни, в цілому розуміє фізичних процесів.

Рейтинг екзамену 26 – 28 балів – студент показує знання основних понять і визначень дисципліни, але недостатньо розуміє фізичну суть процесів. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену 0 – відповіді на теоретичні питання студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

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)

У разі дистанційного навчання студент несе повну відповідальність за наявність у нього технічних засобів комунікації (інтернет, е-пошта, комп'ютер, веб-камера, відповідне програмне забезпечення тощо), необхідних для вивчення дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, доцент, Проценком Олександром Ростиславовичем

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол №_10_ від 24.05.2023р.

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023р.)



Схемотехнічне моделювання електронних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 години / 5 кредитів ECTS/лекц.- 36г./практ.-18г</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен /МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=a85999b3-d50c-41f1-be38-6616d9c511ca</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Трубіцин Костянтин Вікторович, 0965003815</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NjEzMTg1Nzg1OTE4=voi5c2s</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Схемотехнічне моделювання електронних систем» складено відповідно до освітньо-наукової програми другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Освітня кваліфікація – магістр з електроенергетики, електротехніки.

Мета навчальної дисципліни – Підготовка висококваліфікованих, інтегрованих до вітчизняного та міжнародного професійного та науково-освітнього простору професіоналів, здатних вирішувати складні проєктні задачі в області електроенергетики та електромеханіки, а, що передбачає знання принципів побудови, теорії функціонування, експлуатації та керування параметрами стану електроенергетичних та електромеханічних систем, формування у студентів здатностей використовувати основні закони електротехніки та електромагнітні явища, їх технічне застосування для створення, передачі і розподілу електроенергії, перетворення енергії, посередника між джерелами енергії та споживачами; одержання теоретичних і практичних знань для вирішення проблем електротехнології.

2144 Професіонали в галузі електроніки та телекомунікацій

2144.1 Наукові співробітники (електроніка, телекомунікації)

2144.2 Інженери в галузі електроніки та телекомунікацій

Предмет навчальної дисципліни – процеси виробництва, передавання, розподілення та споживання електричної енергії на електричних станціях, в електричних мережах та системах; процеси перетворення електричної енергії в електромеханічних системах та електротехнологічних комплексах; аналіз безпеки, підвищення надійності та збільшення терміну експлуатації електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання, формування компетенцій в області конструкції, принципи роботи, фізичні явища та процеси в електронних системах, методи і засоби дослідження процесів на явищах в електроенергетичних та електромеханічних системах і комплексах, засоби втоматизованого конструювання, проектування і виробництва.

Програмні результати навчання:

РПРН02. 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. Н05. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРН07. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРН07. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРН22. Виконувати моделювання електроенергетичних та електромеханічних систем в рамках проведення досліджень і вирішення практичних завдань.

Фахові компетентності :

ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ФК16. Здатність до моделювання, розрахунку та аналізу параметрів перехідних процесів в електроенергетичних та електромеханічних системах.

ФК18. Здатність до створення математичних та імітаційних моделей електроенергетичних та електромеханічних систем.

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

3. Місце дисципліни визначається схемою освітньої програми. Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Теоретичні основи електротехніки», «Промислова електроніка», «Силова перетворювальна техніка», «Мікропроцесори і цифрова електроніка», «Системи автоматичного керування технологічними комплексами».

При вивченні режимів роботи електронних систем потрібні також знання з інженерної графіки, електротехнічних матеріалів, прикладної механіки, основ метрології та електричних вимірювань, промислової електроніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на **5 розділа**:

1. **Моделювання систем перетворювальної техніки в електроенергетиці:**

Керовані випрямлячі; Інвертори введені мережею; Автономні інвертори напруги.

2. **Компенсатори реактивної потужності:** Реактори, керовані тиристорами; Конденсатори, комутовані тиристорами; Конденсаторно-реакторні компенсатори реактивної потужності; Компенсатори з вентильним джерелом реактивної напруги- STATCOM.

3. **Аналогові електронні системи:** Аналогові вимірювальні перетворювачі напруги і струму; Побудова генераторів напруги для ЦАП; Електронні підсилювачі; Генератори і формувачі електричних імпульсів.

4. **Принципи аналого-цифрового перетворення та цифро-аналогового перетворення:** Параметри аналого-цифрових перетворювачів, Параметри цифро-аналогових перетворювачів.

5. **Аналого-цифрові перетворювачі:** Паралельні АЦП, Послідовні АЦП, Послідовно-паралельні АЦП, Інтегруючі АЦП. АЦП багатотактного інтегрування, АЦП на основі перетворювачів напруга-частота.

5. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Силова перетворювальна техніка. Конспект лекцій *Електронний ресурс+: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. І. Сенько, К. В. Трубіцин, В. І. Чибеліс. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,02 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 241 с. – Реєстр. № НП 21/22-445. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 26.05. 2022 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 9 від 17.05. 2022 р.)- <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47885>.
2. **Інвертори і перетворювачі частоти: монографія** / Сенько В.І., Трубіцин К.В., Чибеліс В.І. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2020.-300с.-<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51279>
3. **Імпульсні перетворювачі стабілізованої напруги: монографія** / Островерхов М.Я., Сенько В.І., Чибеліс В.І. – Київ, 2019. – 241 с.- <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48169>
4. Промислова електроніка. Конспект лекцій *Електронний ресурс+: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: К. В. Трубіцин, К.К. Побєдаш. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,11 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 233 с. – Реєстр. № НП 21/22-459.). -<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48007>.
5. Електроніка і мікросхемотехніка: Практикум *Електронний ресурс+: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / М. Я. Островерхов; В. І. Сенько, В. І. Чибеліс, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,5 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 223 с. Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>.
6. Цифрова електроніка в електроенергетиці. Побудова пристрою шифратора-кодоперетворювача для семисегментного світлодіодного індикатора. Розрахунково-графічна робота *Електронний ресурс+: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-професійної програми «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / О. В. Тимохін, А. О. Тимохіна, Д. Л. Лавренова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,16 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 47 с. – URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42347>.

Додаткові

7. Цифрові пристрої: Підручник / за ред. В.І. Сенька. – Каравела, 2008 -400 с. Табл. – 72. Іл. 279.
8. Силова перетворювальна техніка. *Електронний ресурс+: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: К. В. Трубіцин, К.К. Побєдаш, Д. К. Зіменков.. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 89 с. – Реєстр. № НП 21/22-445. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 26.05. 2022 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 9 від 17.05. 2022 р.), - <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48005>
9. Програмування для мікропроцесорних систем: Розрахунково-графічна робота *Електронний ресурс+: Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського як навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Тимохін О.В., Тимохіна А.О./ Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 8 від 02.06.2023 р.) Реєстр. № 22/23-856.

Державні стандарти

10. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.
11. ДСТУ 2815-94 Електричні та магнітні кола та пристрої.
12. ДСТУ 3120-95 Електротехніка. Літерні позначення основних величин.
13. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.
14. ДСТУ 3323:2003, ДСТУ ГОСТ 2.702:2013.Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем.

Навчальний контент

6. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ. Розділ 1. Моделювання систем перетворювальної техніки в електроенергетиці: Керовані випрямлячі; Інвертори ведені мережею; Автономні інвертори напруги. Тема 1.1. Трифазні керовані випрямлячі. 1.1.1. Трифазний керований випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Література: Л. 1, с. 49-53.
2	1.1.2. Трифазний керований мостовий випрямляч. Література: Л. 1, с. 54-59.
3	Тема 1.2. Залежні інвертори (Інвертори ведені мережею). 1.2.1. Загальні відомості. Трифазний мостовий інвертор. 1.2.2. Аварійні режими роботи інверторів. Література: Л. 1, с. 60-80; Л.2, с. 10-36.
4	Тема 1.3. Автономні інвертори напруги. 1.3.1. Інвертори напруги на повністю керованих вентилях.

	<i>Література: Л. 1, с. 127-143; Л.2, с. 105-142.</i>
5	1.3.2. Трифазні інвертори напруги. 1.3.3. Багаторівневі інвертори напруги. <i>Література: Л. 1, с. 144-158; Л.2, с. 149-162.</i>
6	Розділ 2. Компенсатори реактивної потужності: 2.1. Реактори, керовані тиристорами; Конденсатори, комутовані тиристорами; Конденсаторно-реакторні компенсатори реактивної потужності <i>Література: Л. 1, с. 211-222; Л. 3, с. 214-224.</i>
7	2.2. ; Компенсатори з вентилями джерелом реактивної напруги- STATCOM. <i>Література: Л. 1, с. 222-238; Л. 3, с. 224-235.</i>
8	Розділ 3. Аналогові електронні системи: 3.1. Аналогові вимірні перетворювачі напруги і струму; 3.2. Побудова генераторів напруги для ЦАП. <i>Література: 4, с. 135—157.</i>
9	3.3. Електронні підсилювачі; Автоматична корекція нуля. Перетворення біполярних вхідних сигналів; Генератори і формувачі електричних імпульсів. <i>Література: 4, с. 126-145.</i>
10	Розділ 4. Принципи аналого-цифрового перетворення та цифро-аналогового перетворення: Параметри аналого-цифрових перетворювачів, Параметри цифро-аналогових перетворювачів. 4.1. Принцип цифро-аналогового перетворення. Параметри цифро-аналогових перетворювачів. <i>Література: 7, с. 347-350;</i>
11	4.2. Цифро-аналогові перетворювачі. <i>Література: 7, с. 350-355;</i>
12	Розділ 5. Аналого-цифрові перетворювачі: Паралельні АЦП, Послідовні АЦП, Послідовно-паралельні АЦП, Інтегруючі АЦП. АЦП багатотактного інтегрування, АЦП на основі перетворювачів напруга-частота. 5.1. Паралельні АЦП. 5.2. Послідовно-паралельні АЦП; <i>Література: 7, с. 338-347.</i>
13	5.3. Послідовний АЦП із підсумовуючим лічильником. АЦП за методом послідовних наближень: Структурна схема АЦП послідовного наближення.
14	5.4. Конвеєрні послідовно-паралельні АЦП. Пристрій вибірки-зберігання. <i>Література: Л. 7, с. 355-363;</i>
15	5.4. Інтегруючі АЦП. https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6866
16	5.5. Сигма-дельта модуляція-АЦП. https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6866
17	5.6. АЦП на основі перетворювачів напруга-частота.

	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6866
18	5.7. Структура сучасних однокристальних систем збору даних та ікроконверторів. Інтерфейси АЦП. https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6866

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<i>Дослідження однофазного керованого випрямляча</i> Мета роботи: дослідити принцип роботи керованого випрямляча; експериментально визначити основні параметри та характеристики керованого випрямляча. Тривалість роботи: 4 години.
2	<i>Дослідження трифазного випрямляча з середньою точкою (схема міткевича)</i> Мета роботи: дослідити принцип роботи трифазного випрямляча з середньою точкою; експериментально визначити основні параметри та характеристики. Тривалість роботи: 4 години. Література: 5, с. 62-76.
3	<i>Дослідження трифазного мостового випрямляча (схема ларіонова)</i> Мета роботи: дослідити принцип роботи трифазного мостового випрямляча; експериментально визначити основні параметри та характеристики. Тривалість роботи: 2 години. Література: 5, с. 77-87.
4	<i>Моделювання автономного інвертора напруги на повністю керованих вентилях.</i> Тривалість роботи: 2 години.
5	<i>Моделювання автономного інвертора напруги з ШІМ.</i> Тривалість роботи: 2 години.
6	<i>Побудова генераторів напруги для ЦАП.</i> https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42347
7	<i>Моделювання паралельного АЦП з цифровим індикатором</i> Тривалість роботи: 2 години.
8	<i>Моделювання Паралельного АЦП з цифровим індикатором</i> Тривалість роботи: 2 години.
9	<i>Оформлення технічної документації для проєктованих автоматичних систем.</i> Література: 10, 11, 12, 13, 14.

7. Самостійна робота студента/аспіранта

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять: Запитання для самоконтролю.	16
2	Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на практ. заняттях	20
3	Підготовка до МКР	20
4	Підготовка до Екзаменаційна робота	40

Політика та контроль

8. 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. Відпрацювання лабораторних робіт з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський 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.
- 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, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасний захист лабораторних робіт.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та результатів МКР не передбачено;
- 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 «Промислова електроніка»;
- 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

9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, захисту виконання практ. Робіт.

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

Семестровий контроль: екз.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання вимог силабусу. семестровий рейтинг більше 36 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100-95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94-85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84-75</i>	<i>Добре</i>
<i>74-65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64-60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

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

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- виконання практ. робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	практ.	МКР	Rc	Рекз.	R
30	14	16	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

5 бали $\times$ 6 = 30 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 5;
- студент припускається окремих помилок – 4
- студент частково відповідає на питання – 3

Виконання виконання практ. робіт

Ваговий бал – 7.

Максимальна кількість балів дорівнює $7 \times 2 = 14$ балів.

Критерії оцінювання

- повне виконання експериментальної частини роботи, точна обробка експериментальних даних, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 7 балів;
- обробка експериментальних даних з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу – 5... 6 балів;
- суттєві помилки в експериментальних даних але повне розуміння теми і матеріалу лабораторної роботи – 4... 5 балів;
- неповна або неточна відповідь при захисті роботи і погане оформлення протоколу – 0 балів;

Модульна контрольна робота

Максимальний бал за МКР – 16.

Критерії оцінювання

- вичерпні відповіді на питання, дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні – 14..16 балів;
- відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни -11..13 балів;
- частково відповідає на питання, показує знання, але відповіді непослідовні і нечіткі- 8..10 балів;
- Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання – 0 балів.

Форма семестрового контролю – екз

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань

Критерії оцінювання

Рейтинг $R_c \geq 0,6 \cdot R$, тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) \cdot R$, тобто 40 – 59 балів – студенти складають **залік**.

Максимальний рейтинг $R_z = 40$ балів.

Рейтинг $R_z = 33 - 40$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг $R_z = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть електромагнітних процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг $R_3 = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг $R_3 \leq 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє незрозуміння фізичної суті електромагнітних процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

10. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Трифазний керований випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Робота на активне навантаження.
2. Трифазний керований випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Робота на індуктивне навантаження.
3. Інвертори ведені мережею (Залежні інвертори). Параметри і характеристики.
4. Інвертори ведені мережею (Залежні інвертори). Трифазний мостовий ведений інвертор.
5. Автономні інвертори. Класифікація. Основні параметри і характеристики.
6. Однофазний мостовий автономний інвертор напруги (АІН) на повністю керованих вентилях. Активно-індуктивне навантаження.
7. Мостовий автономний інвертор напруги на повністю керованих вентилях. Активне навантаження.
8. АІН. Класифікація. Основні параметри і характеристики.
9. Трифазний автономний мостовий інвертор напруги (АІН). З'єднання навантаження трикутником.
10. Трифазний автономний мостовий інвертор напруги (З'єднання навантаження зіркою).
11. Компенсатори реактивної потужності. Основні параметри і характеристики.
12. Компенсатори реактивної потужності. Реактори, комутовані тиристорами.
13. Компенсатори реактивної потужності. Конденсатори, комутовані тиристорами.
14. Конденсаторно-реакторні компенсатори реактивної потужності.
15. Компенсатори реактивної потужності з вентильним джерелом реактивної напруги (STATCOM- static synchronous compensator).
16. Активні фільтри — компенсатори потужності спотворення.
17. Призначення і класифікація підсилювачів.
18. Принцип побудови і структурна схема підсилювача.
19. Основні параметри і характеристики підсилювачів.
20. Намалюйте схемне позначення цифро-аналогового перетворювача.
21. Параметри аналого-цифрових перетворювачів.
22. Параметри цифро-аналогових перетворювачів.
23. Що таке цифро-аналоговий перетворювач? Який у нього коефіцієнт пропорційності?
24. Що таке ЦАП? Намалюйте схему генератора напруги для одного розряду ЦАП.
25. На які групи можна поділити АЦП.
26. Послідовно-паралельні АЦП на які групи діляться. Перерахуйте види послідовних АЦП. Дайте коротку характеристику кожному з них.
27. Паралельні АЦП, принцип їхньої роботи.
28. Послідовно-паралельні АЦП, принцип їхньої роботи.
29. Сигма-дельта АЦП, принцип їхньої роботи.
30. Які Ви знаєте інтерфейси АЦП?
31. Перерахуйте параметри АЦП, прокоментуйте кожен з них.
32. Як борються з шумами в АЦП?
33. АЦП на основі перетворювачів напруга-частота.

34. Для чого призначені вимірювальні перетворювачі напруги та струму? Область їхнього використання.
35. Розкажіть про роботу перетворювача напруги. Який коефіцієнт передачі він має, від чого він залежить.
36. Розкажіть про особливості перетворювача струму.
37. Що таке шина? Які види шин Вам відомі?
38. Що таке шина даних? Розкажіть про її призначення, а також намалюйте її схемне позначення.
39. Опишіть логіку роботи керуючого модулю, що забезпечує пересилання слова по шинах між модулями.
40. АЦП на основі перетворювачів напруга-частота.
41. Що таке двонапрявлена шина? Опишіть її роботу.
42. Що таке селектор адреси? Опишіть його роботу.
43. Визначити верхню граничну частоту f_B аналогових сигналів, які перетворюються 12-розрядним АЦП послідовної лічби, тактова частота якого $f_m = 10$ МГц.
44. Визначити розрізняльну здатність 10-розрядного ЦАП у відсотках повної шкали.
45. Визначити розрізняльну здатність 12-розрядного ЦАП у відсотках повної шкали.
46. Визначити кількість розрядів, яка потрібна для забезпечення розрізняльної здатності 5 мВ при повній шкалі 0...10 В.
47. Визначити напругу на виході 12-розрядного ЦАП з повною шкалою 0...+10 В при подачі на його вхід паралельного двійкового коду 100111100011.
48. Визначити кількість розрядів, яка потрібна для забезпечення розрізняльної здатності 1 мВ при повній шкалі 0...5 В.
49. Визначити кількість розрядів, яка потрібна для забезпечення розрізняльної здатності 2 мВ при повній шкалі 0...5 В.
50. Визначити кількість розрядів, яка потрібна для забезпечення розрізняльної здатності 1 мВ при повній шкалі 0...2 В.
51. Визначити напругу на виході 12-розрядного ЦАП з повною шкалою 0...+10 В при подачі на його вхід паралельного двійкового коду 101111101000.

БІЛЕТ № 1

1. Трифазний автономний мостовий інвертор напруги (З'єднання навантаження зіркою).
2. АЦП на основі перетворювачів напруга-частота.
3. Визначити верхню граничну частоту f_B аналогових сигналів, які перетворюються 12-розрядним АЦП послідовної лічби, тактова частота якого $f_m = 10$ МГц.

БІЛЕТ № 2

1. Трифазний керований випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Робота на активне навантаження.
2. Призначення АЦП. Побудова АЦП з сумуючим лічильником.
3. Визначити розрізняльну здатність 10-розрядного ЦАП у відсотках повної шкали.

БІЛЕТ № 3

1. Однофазний мостовий автономний інвертор напруги (АН) на повністю керованих вентилях. Активно-індуктивне навантаження.
2. Параметри аналого-цифрових перетворювачів.

3. Визначити розрізняльну здатність 12-розрядного ЦАП у відсотках повної шкали.

БІЛЕТ № 4

1. Параметри цифро-аналогових перетворювачів.
2. На які групи можна поділити АЦП.
3. Визначити кількість розрядів, яка потрібна для забезпечення розрізняльної здатності 5мВ при повній шкалі 0...10 В.

БІЛЕТ № 5

1. Послідовно-паралельні АЦП на які групи діляться. Перерахуйте види послідовних АЦП. Дайте коротку характеристику кожному з них.
2. Трифазний автономний мостовий інвертор напруги(АІН). З'єднання навантаження трикутником.
3. Визначити напругу на виході 12-розрядного ЦАП з повною шкалою 0...+10 В при подачі на його вхід паралельного двійкового коду 100111100011.

БІЛЕТ № 6

1. Перерахуйте параметри АЦП, прокоментуйте кожен з них.
2. Компенсатори реактивної потужності. Основні параметри і характеристики.
3. Визначити напругу на виході 12-розрядного ЦАП з повною шкалою 0...+10 В при подачі на його вхід паралельного двійкового коду 100100100111.

БІЛЕТ № 7

1. Інтерфейси АЦП.
2. Компенсатори реактивної потужності. Конденсатори, комутовані тиристорами.
3. Визначити розрізняльну здатність 12-розрядного ЦАП у відсотках повної шкали.

БІЛЕТ № 8

1. Конденсаторно-реакторні компенсатори реактивної потужності.
2. Послідовно-паралельні АЦП, принцип їхньої роботи.
3. Визначити кількість розрядів, яка потрібна для забезпечення розрізняльної здатності 1мВ при повній шкалі 0...5 В.

Перелік питань, які виносяться на МКР

1. Випрямлячі. Класифікація. Основні параметри і характеристики випрямлячів.
2. Трифазний керований випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Робота на активне навантаження.
3. Трифазний керований випрямляч з нульовим виводом трансформатора. Робота на індуктивне навантаження.
4. Інвертори ведені мережею (Залежні інвертори). Параметри і характеристики.
5. Інвертори ведені мережею (Залежні інвертори). Трифазний мостовий ведений інвертор.
6. Автономні інвертори. Класифікація. Основні параметри і характеристики.
7. Однофазний мостовий автономний інвертор напруги (АІН) на повністю керованих вентилях. Активно-індуктивне навантаження.
8. Мостовий автономний інвертор напруги на повністю керованих вентилях. Активне навантаження.
9. Аварійні режими роботи інверторів.
10. АІН. Класифікація. Основні параметри і характеристики.
11. Трифазний автономний мостовий інвертор напруги(АІН). З'єднання навантаження трикутником.
12. Трифазний автономний мостовий інвертор напруги (З'єднання навантаження зіркою).

13. Компенсатори реактивної потужності. Основні параметри і характеристики.
14. Компенсатори реактивної потужності. Реактори, комутовані тиристорами.
15. Компенсатори реактивної потужності. Конденсатори, комутовані тиристорами.
16. Конденсаторно-реакторні компенсатори реактивної потужності.
17. Компенсатори реактивної потужності з вентильним джерелом реактивної напруги (STATCOM- static synchronous compensator).
18. Активні фільтри — компенсатори потужності спотворення.
19. Призначення і класифікація підсилювачів.
20. Принцип побудови і структурна схема підсилювача.
21. Основні параметри і характеристики підсилювачів.
22. Намалюйте схемне позначення цифро-аналогового перетворювача.
23. Параметри аналого-цифрових перетворювачів.
24. Параметри цифро-аналогових перетворювачів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено ст. викладачем кафедри теоретичної електротехніки ФЕА, Трубіцин К.В.

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 10 від 24.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією ФЕА (протокол № 10 від 22.06. 2023 р.)



МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМІРЮВАНЬ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS аудиторних – 54 години: лекції – 36 годин; практичних – 18 годин; самостійна робота – 66 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, Троценко Євгеній Олександрович, trotsenko-fea@i111.kpi.ua, +380442048577</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NjEzMTY3NDEyMjMy</i>

Програма навчальної дисципліни

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

У техніці високих напруг найбільші труднощі виникають при вимірах і реєстрації струму та напруги, що швидко змінюються. Максимальне значення вимірюваних струмів може досягати кількох мільйонів ампер, а напруги - кількох мільйонів вольт. Тому безпосередні виміри стають неможливими. У більшості випадків від дільника напруги або вимірювального шунта отримують сигнал, який більшою чи меншою мірою пропорційний вимірюваній величині. Цей сигнал передається кабелем до вимірювальної схеми і реєструється осцилографом. Як і в процесі перетворення вимірюваної величини вимірюваного сигналу, так і при передачі сигналу по вимірювальному кабелю і його реєстрації на екрані осцилографа виникають похибки. Крім того, у вимірювальному ланцюзі індуктуються напруги перешкод, викликаних електромагнітними полями, пов'язаними з перехідними процесами. З огляду на актуальність цієї проблеми, магістру з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки в рамках окремої дисципліни доцільно вивчити проблеми, що виникають під час реєстрації вже наявного сигналу, а також знати похибки, пов'язані з перетворенням вимірюваної величини у вимірювальний сигнал.

Програму навчальної дисципліни "Метрологічне забезпечення високовольтних вимірювань та досліджень" складено відповідно до освітньо-наукової програми підготовки магістра "Електроенергетика та електромеханіка" за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка".

Метою навчальної дисципліни є посилення та закріплення у студентів наступних програмних компетентностей: ЗК07 – Здатність виявляти та оцінювати ризики; ФК01 – Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; ФК04 – Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; ФК11 – Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем; ФК12 – Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.

Предметом навчальної дисципліни є вивчення засобів вимірювання імпульсної напруги та часткових розрядів за допомогою дільника напруги і осцилографа.

Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна: ПРН05 – Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах; ПРН19 – Виявити проблеми і ідентифікувати обмеження, що пов'язані з проблемами охорони навколишнього середовища, сталого розвитку, здоров'я і безпеки людини та оцінками ризиків в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; ПРН20 – Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.

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

Вивчення дисципліни «Метрологічне забезпечення високовольтних вимірювань та досліджень» базується на базових знаннях з загальної фізики, теоретичних основ електротехніки, а також основ метрології та електричних вимірювань.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки.

Розділ 2. Вимірювання високої імпульсної напруги за допомогою дільників напруги.

Розділ 3. Вимірювання характеристик часткових розрядів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Лавренова, Д. Л. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Д. Л. Лавренова, В. М. Хлистов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,92 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 133 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30052>

Додаткові інформаційні ресурси:

2. ДСТУ 3863-99 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань електричної напруги постійного струму в діапазоні від 1 до 800 кВ. ДП «УкрНДНЦ».

3. ДСТУ 3864-99 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань електричної напруги змінного струму в діапазоні від 1 до $1,2 \cdot 500 / \sqrt{3}$ кВ та коефіцієнта масштабного перетворення електричної напруги на частоті 50 Гц. Зі зміною № 1. ДП «УкрНДНЦ».

4. ДСТУ 3215-95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. Зі зміною № 1. ДП «УкрНДНЦ».

5. ДСТУ 3026-95 Подільники напруги постійного струму вимірювальні високовольтні. Методи та засоби повірки. ДП «УкрНДНЦ».

6. Техніка високих напруг: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. Б. Абрамов, В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, О. Р. Проценко – Електронні текстові дані (1 файл: 9,17 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 345 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46150>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
	Розділ 1. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки
1	Лекція 1. Вступне заняття. Предмет і мета курсу. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація робіт з метрологічної атестації. Вимоги до змісту і оформлення програми та методики метрологічної атестації. Протокол метрологічної атестації. Вимоги до змісту і оформлення протоколу метрологічної атестації. Література: [2], [3], [7].
2	Лекція 2. Повірочна схема для засобів вимірювань електричної напруги постійного струму. Застосування еталону для передавання розміру одиниці електричної напруги постійного струму. Засоби, з яких складається еталон. Література: [1], [2], [3], [6].
3	Лекція 3. Робочі еталони. Застосування робочих еталонів 1-го розряду для перевірки робочих еталонів 2-го розряду безпосереднім звіренням та робочих засобів вимірювальної техніки безпосереднім звіренням та методом опосередкованих вимірювань. Застосування робочих еталонів 2-го розряду для перевірки робочих засобів вимірювальної техніки безпосереднім звіренням. Література: [1], [2], [3], [7].
4	Лекція 4. Робочі засоби вимірювальної техніки. Застосування кіловольтметрів, вимірювачів напруги, трансформаторів напруги постійного струму та подільників напруги як робочих засобів вимірювальної техніки. Класи точності подільників напруги та кіловольтметрів. Література: [1], [4], [5], [6], [7], [8].
	Розділ 2. Вимірювання високої імпульсної напруги за допомогою дільників напруги
5	Лекція 5. Вимірювання високих імпульсних напруг за допомогою дільників напруги та осцилографів. Вимірювальні ланцюги та їх передавальні характеристики. Визначення передавальних характеристик шляхом вимірювання частотних характеристик. Література: [1], [4], [8], [9], [10].
6	Лекція 6. Визначення передавальних характеристик шляхом вимірювання реакції на прямокутний імпульс. Імпульсні генератори у схемах вимірювання реакції на прямокутний імпульс. Час наростання та час реакції на прямокутний імпульс. Визначення похибок вимірювання максимального значення зрізаного на фронті імпульсу напруги. Література: [1], [4], [8], [9], [10].
7	Лекція 7. Зворотний вплив дільника напруги на джерело високої напруги. Омічні дільники. Двоступінчастий змішаний дільник напруги з паралельним з'єднанням елементів без урахування індуктивностей та розподілених ємностей щодо землі. Омічний дільник з урахуванням розподілених ємностей щодо землі. Література: [1], [4], [8], [9], [10].
8	Лекція 8. Ємнісні дільники напруги. Ємнісний дільник напруги та його з'єднувальні дроти. Ємнісний дільник напруги із зосередженими ємностями на боці високої напруги. Ємнісний дільник напруги з розподіленими ємностями на боці високої напруги. Література: [1], [4], [9], [10].
9	Лекція 9. Плече низької напруги ємнісного дільника. Узгодження кабелю в плечі низької напруги ємнісного дільника. Ланцюжкова схема заміщення. Література: [1], [4], [9], [10].
10	Лекція 10. Пристрої для вимірювання високої постійної та імпульсної напруги, максимального та діючого значень змінної напруги. Вимірювання високої постійної напруги та діючого значення змінної напруги. Високоомні резистори та дільники напруги. Електростатичні вольтметри. Література: [1], [4], [9], [10], [11].

11	Лекція 11. Вимірювання діючого значення змінної високої напруги. Додаткові конденсатори та ємнісні дільники напруги. Ємнісні трансформатори напруги. Індуктивні трансформатори напруги. Визначення високої напруги за коефіцієнтом трансформації випробувального трансформатора. Література: [1], [4], [9], [10].
12	Лекція 12. Вимірювання максимальних значень постійної, змінної та імпульсної напруги кульовими розрядниками. Вимірювання максимальних значень змінної та імпульсної високої напруги. Література: [1], [4], [9], [10], [11].
13	Лекція 13. Пристрої для вимірювання максимальних значень напруги із застосуванням дільників напруги. Пристрої для вимірювання імпульсної напруги із застосуванням дільників напруги. Вимірювання високих постійної напруги та миттєвих значень змінної напруги роторними кіловольтметрами. Література: [1], [4], [9], [10].
14	Лекція 14. Аналітичні вирази для амплітудно-частотної та фазо-частотної характеристики подільника напруги з урахуванням граничного випадку неідентичності резистивних елементів високовольтного плеча. Залежність частотних характеристик від значення допуску резистивних елементів, коефіцієнта ділення подільника напруги в широкому діапазоні зміни частоти. Література: [1].
Розділ 3. Вимірювання характеристик часткових розрядів	
15	Лекція 15. Вимірювання характеристик часткових розрядів. Часткові розряди у газовому включенні. Схеми для вимірювання характеристик часткових розрядів. Література: [1], [11].
16	Лекція 16. Вимірювання характеристик часткових розрядів. Об'єкти з розподіленими параметрами. Прилади для вимірювання характеристик часткових розрядів. Література: [1], [11].
17	Лекція 17. Співвідношення значень, виміряних за допомогою чотириполюсника зв'язку, з параметрами реального часткового розряду. Еквівалентність результатів вимірювань, виражених у пікокулонах та мікрвольтах. Література: [1], [11].
18	Лекція 18. Заклучне заняття. Заклучні зауваження щодо проблем вимірювання характеристик часткових розрядів в ізоляції електротехнічного обладнання. Підсумки. Література: [1], [11].

Практичні заняття

№	Короткий зміст практичного заняття
1	Дослідження дільників високої напруги. Схемотехнічне моделювання омичного дільника напруги без урахування розподіленої ємності відносно землі.
2	Дослідження дільників високої напруги. Схемотехнічне моделювання омичного дільника напруги з урахуванням розподіленої ємності відносно землі.
3	Дослідження дільників високої напруги. Схемотехнічне моделювання ємнісно-омичного дільника напруги з рівномірним вирівнюванням розподілених ємностей відносно землі.
4	Дослідження дільників високої напруги. Схемотехнічне моделювання ємнісно-омичного дільника напруги з ступінчастим вирівнюванням розподілених ємностей відносно землі.
5	Дослідження дільників високої напруги. Схемотехнічне моделювання ємнісного дільника напруги з розподіленими ємностями відносно землі.
6	Дослідження характеристик часткових розрядів. Способи схематичного моделювання часткових розрядів в твердій ізоляції.
7	Дослідження характеристик часткових розрядів. Схемотехнічне моделювання системи вимірювання часткових розрядів.
8	Дослідження характеристик часткових розрядів. Схемотехнічне моделювання часткових розрядів в твердій ізоляції при напрузі змінного струму, та імпульсній напрузі
9	Дослідження характеристик часткових розрядів. Схемотехнічне моделювання часткових розрядів в твердій ізоляції при напрузі постійного струму, та при пульсуючій напрузі

6. Самостійна робота студента

№	Вид самостійної роботи	Кількість годин самостійної роботи студента
1	Підготовка до лекційних занять	36
2	Підготовка до практичних занять	18
3	Підготовка до модульної контрольної роботи	6
4	Підготовка до заліку	6

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.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на Google-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист індивідуальних завдань з дисципліни здійснюється індивідуально у формі презентації перед аудиторією на останньому практичному занятті;
- політика дедлайнів та перескладань: роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на 60% від можливої максимальної кількості балів за вид діяльності балів. Перескладання робіт відбувається за наявності поважних причин (наприклад, хвороба);
- 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;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соціальних 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: модульна контрольна робота, робота на практичних заняттях.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог робочої програми навчальної дисципліни (силабусу). Умови успішного проходження календарного контролю: повне виконання робочої програми навчальної дисципліни (силабусу) на дату контролю, що передбачає роботу на практичних заняттях.

Семестровий контроль: проводиться у вигляді заліку. Умови допуску до семестрового контролю: повне виконання робочої програми навчальної дисципліни (силабусу), що передбачає виконання модульної контрольної роботи, роботу студента на практичних заняттях.

Критерії оцінювання роботи на практичному занятті

Ваговий бал: 10. Максимальна кількість балів, яку можна отримати за роботу на всіх практичних заняттях становить 90 балів.

- Відмінна підготовка до практичного заняття (розуміння мети заняття, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні досліджень, правильна та охайна обробка результатів дослідів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою заняття – 9-10 балів;
- Добра підготовка до практичного заняття, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання – 8 балів;
- Недостатня підготовка до практичного заняття, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, частково правильні відповіді на контрольні питання – 6-7 балів;
- Неготовність до практичного заняття, пасивна участь у виконанні досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою заняття – 0 балів.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Ваговий бал: 10. Максимальна кількість балів, яку можна отримати за виконання модульної контрольної роботи становить 10 балів.

- Повне розкриття відповіді на теоретичне питання. Розкрито не менше 90% потрібної інформації – 9-10 балів;
- Достатньо повне розкриття відповіді на теоретичне питання. Розкрито не менше 75% потрібної інформації або допущено незначні неточності – 8 балів;
- Неповне розкриття відповіді на теоретичне питання. Розкрито не менше 60% потрібної інформації та зроблено деякі помилки – 6-7 балів;
- Незадовільне розкриття відповіді на теоретичне питання. Відповідь не розкрита. Розкрито менше 60% потрібної інформації або зроблено значні помилки – 0 балів.

Остаточний рейтинг студента складається з суми балів отриманих протягом семестру.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У разі дистанційного навчання студент несе повну відповідальність за наявність у нього технічних засобів комунікації (інтернет, е-пошта, комп'ютер, веб-камера, відповідне програмне забезпечення тощо), необхідних для вивчення дисципліни.

Для виконання завдань до лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму) студентам необхідно завантажити з офіційного сайту програму Micro-Cap 12.2.0.5 за посиланням <https://web.archive.org/web/20230214034946/http://www.spectrum-soft.com/download/download.shtm>. У 2019 році компанія-розробник Spectrum Software оголосила про закриття бізнесу та зробила на своєму сайті усі професійні версії Micro-Cap вільними для безкоштовного завантаження.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцентом кафедри теоретичної електротехніки ФЕА Троценком Євгенієм Олександровичем.

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол № 10 від 24.05.2023 р.).

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023 р.).



МЕТОДИ І ТЕХНІКА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 4 кредитів ECTS / 120 годин; аудиторних – 36 год: лекції – 18 годин; практичні заняття – 18 годин самостійна робота – 84 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</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, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net Практичні заняття: к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTQxODM0MDQ4ODQy?cjc=tax3ps5</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Методи і техніка електрофізичного експерименту» складено відповідно до освітньої-наукової програми підготовки магістра «Електроенергетика та електромеханіка» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є посилення та закріплення у студентів наступних компетентностей: ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій. ФК01. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ФК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ФК20. Здатність поєднувати знання теорії електроенергетичних та електромеханічних систем з метою вирішення комплексних міждисциплінарних науково-практичних проблем у цих сферах.

Предметом вивчення дисципліни: - ізоляція та ізоляційні системи високовольтного обладнання, ефективні методи випробувань електрообладнання електричних мереж; обладнання для проведення випробувань електроустаткування, особливості його застосування в лабораторії та в процесі експлуатації; сучасні методики обробки та аналізу результатів випробувань електроустаткування.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:

ПРН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем. ПРН07. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПРН11. Обґрунтовувати вибір напрямку та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ПРН12. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами "Техніка високих напруг", «Електрична частина станцій та підстанцій», «Теоретичні основи електротехніки», «Ізоляція електротехнічного обладнання», «Діагностування стану електротехнічного обладнання».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні положення постановки електрофізичного експерименту.

Тема 1. Формулювання фізичної задачі Метрологічні основи експерименту

Фізична задача та її модель. Вибір методики експериментальних досліджень. Вимірювальні перетворювачі фізичних величин. Метрологічні схеми. Похибки вимірювання фізичних величин та їх оцінка. Приклади оцінки похибок від випадкових впливів..

Розділ 2. Вимірювання високих постійних та імпульсних напруг

Вимірювання високих напруг за допомогою кульових розрядників, додаткових резисторів та подільників напруги. Методика проведення вимірів. Методи і пристрої прямих та непрямих вимірів високих напруг.

Розділ 3. Засоби вимірювання форми імпульсів високої напруги.

Тема 3.1. Апаратні засоби вимірювання. Подільник напруги. Основні вимоги до конструкції. Подільники напруги - основні типи, призначення. Схеми заміщення та вплив на частотну характеристику. Визначення АЧХ вимірювальних систем та використання результатів.

Розділ 4. Статистичні методи планування експерименту.

Тема 5.1. Регресійні методи планування експерименту.

Пасивний та активний експеримент. Модель експерименту. Кодування факторів. Повний факторний експеримент. Оптимізація функції відгука. Метод Бокса – Уїлсона. Метод послідовного симплекс-планування. План експерименту. Практичні приклади використання МПС для отримання оптимуму функції відгука.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Порівняльний аналіз діючих стандартів і методик з інтерпретації результатів АРГ : навчально-методичний посібник для виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань / О. В. Шутенко, О. С. Кулик, С. Г. Пономаренко. – Харків : Друкарня Мадрид, 2021. – 126 с.

2. Техніка високих напруг : [Навчальний посібник] / О.В. Гай, Кулик Б.І. – К. : , 2021. – 710 с.

3. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 Норми випробування електрообладнання (нова редакція 2020).

4. СОУ-Н ЕЕ 43.101:2009. Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел. Норми оцінювання якості. (Діючий на 2022р.)

5. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 (Діючий на 2022р.) Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки., ДП НТУКЦ «АсЕл-Енерго», Київ, 2007. (Нормативний документ Міністерства палива та енергетики України).

6. Лавренова, Д. Л. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Д. Л. Лавренова, В. М. Хлистов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,92 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 133 с. – Назва з екрана.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30052>

Додаткові інформаційні ресурси:

1. Вимірювання високих напруг і великих струмів / Навчальний посібник для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Техніка та електрофізика високих напруг» // Укладачі: Бржезицький В. О., Проценко О. Р., Лапоша М. Ю. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 133 с.

2. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: Навч. посібник / Уклад.: В.Б.Абрамов, В.О.Бржезицький, О.Р.Проценко, під ред. Бржезицького В.О. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 235 с.

Навчальний контент**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)***Лекційні заняття*

Назва теми лекції та перелік основних питань	
Розділ 1. Загальні положення постановки електрофізичного експерименту.	
Тема 1. Формулювання фізичної задачі Метрологічні основи експерименту	
Лекція 1. Фізична задача та її модель. Вибір методики експериментальних досліджень. Вимірювальні перетворювачі фізичних величин. Метрологічні схеми.	
Лекція 2. Похибки вимірювання фізичних величин та їх оцінка. Приклади оцінки похибок від випадкових впливів.	
Розділ 2. Вимірювання високих постійних та імпульсних напруг	
Лекція 3. Вимірювання високих напруг за допомогою кульових розрядників, додаткових резисторів та подільників напруги. Методика проведення вимірів.	
Лекція 4. Методи і пристрої прямих та непрямих вимірів високих напруг.	
Розділ 3. Засоби вимірювання форми імпульсів високої напруги.	
Тема 3.1. Апаратні засоби вимірювання	
Лекція 5. Подільник напруги. Основні вимоги до конструкції. Подільники напруги - основні типи, призначення. Схеми заміщення та вплив на частотну характеристику. Визначення АЧХ вимірювальних систем та використання результатів.	
Розділ 4. Статистичні методи планування експерименту.	
Тема 4.1. Регресійні методи планування експерименту	
Лекція 6. Пасивний та активний експеримент. Модель експерименту. Кодування факторів. Повний факторний експеримент	
Лекція 7. Оптимізація функції відгука. Метод Бокса - Уілсона	
Лекція 8. Метод послідовного симплекс-планування. План експерименту.	
Лекція 9. Практичні приклади використання МПС для отримання оптимуму функції відгуку.	

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Вибір методики експериментальних досліджень. Вимірювальні перетворювачі фізичних величин. Метрологічні схеми.
2	Похибки вимірювання фізичних величин та їх оцінка. Приклади оцінки похибок від випадкових впливів.
3	Вимірювання амплітуд високих постійних, змінних та імпульсних напруг.
4	Методи і пристрої прямих та непрямих вимірів високих напруг. Вимір високих напруг за допомогою кульових розрядників. Методика проведення вимірів за допомогою кульових розрядників.
5	Коллоkvіум.
6	Вимір високих напруг за допомогою додаткових опорів.
7	Амплітудно-частотні характеристики ділньників та методи визначення їх амплітудно-частотних характеристик.
8	Визначення моделі експерименту. Кодування факторів. Повний факторний експеримент.
9	Метод послідовного симплекс-планування. План експерименту. Практичні приклади використання МПС для отримання оптимуму функції відгуку.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до практичних занять та проведення розрахунків за первинними даними.
2	Підготовка до МКР
3	Підготовка до заліку

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 протоколу та захист лабораторних робіт з дисципліни;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський 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:
 - несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають зменшення максимального балу зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - перескладання захисту лабораторних робіт не передбачено;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
 - заохочувальні 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, 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; 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: МКР, практичні роботи.

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання усіх практичних робіт.

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

- в виконання та захист практичних робіт;
- виконання однієї контрольної роботи у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Практичні роботи	МКР
45	55

Виконання та захист практичних робіт

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за практичні роботи – 5 балів * 9 = 45 балів.

Критерії оцінювання

- якісна підготовка до практичної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у роботі, правильна та охайна обробка результатів дослідів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою роботи $-(0,9..1)*5 = 5,0$ балів;
- добра підготовка до практичної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання $(0,89..0,75)*5 = 4,0$ бали;
- недостатня підготовка до практичної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання $-(0,74..0,6)*5 = 3,0$ балів;
- неготовність до практичної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з однієї частини. Завдання контрольної роботи складається з двох теоретичних питань.

Ваговий бал МКР – 55 балів.

Максимальний бал за МКР – 1 * 55 = 55 балів.

Критерії оцінювання

- правильна та повна відповідь на теоретичне питання – $(0,9..1)*55=49...55$ балів;
- правильна але не повна відповідь на теоретичне питання – $(0,89..0,75)*55 = 41...48$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання – $(0,74..0,6)*55=33...40$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання, розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Із загального розрахунку максимальна сума балів, що може бути отримана студентом протягом семестру складає:

$$R_D = 45 + 55 = 100 \text{ балів}$$

За результати навчальної роботи за перші 7 тижнів студент може набрати 50 балів. На першому календарному контролі (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30 балів.

За результати 13 тижнів навчальної роботи студент максимально може набрати 100 балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 балів.

Необхідною умовою отримання заліку є зарахування всіх практичних робіт та стартовий рейтинг не менше 60% від 100 балів, тобто 60 балів.

Форма семестрового контролю – залік

- За умови виконання вимог допуску до семестрового контролю та отримання не менше 60 балів стартового рейтингу студент має право переведення балів стартового рейтингу у підсумкову оцінку за дисципліну.

- За умови виконання вимог допуску до семестрового контролю, або якщо студент отримав 60 чи більше балів та хоче підвищення оцінки за дисципліну, він зобов'язаний писати залікову контрольну роботу, при цьому стартовий рейтинг студента скасовується, а оцінка за залікову контрольну роботу є підсумковою за дисципліну.

- **Залікове завдання** містить 3 залікових питання. Перше залікове питання оцінюється максимально у 34 бали, друге та третє залікові питання оцінюються максимально у 33 бали кожне.
- Критерії оцінювання **першого** залікового питання:
- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 32-34 балів;
- «дуже добре», майже повна відповідь на питання у обсязі не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 29-33 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 25-28 балів;
- «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 22-24 балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 20-21 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Критерії оцінювання **другого та третього** залікових питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 32 – 33 балів,
- «дуже добре», майже повна відповідь на питання у обсязі не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 29-31 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 25-28 балів;
- «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 22-24 балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 20 – 21 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Остаточний рейтинг студента складає суму балів, отриманих за виконання всіх завдань, передбачених РСО, або за виконання залікового завдання.

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)

У разі дистанційного навчання студент несе повну відповідальність за наявність у нього технічних засобів комунікації (інтернет, е-пошта, комп'ютер, веб-камера, відповідне програмне забезпечення тощо), необхідних для вивчення дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, доцент, Проценком Олександром Ростиславовичем

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФEA (протокол №_10_ від 24.05.2023р.

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023р.)



МОНІТОРИНГ ІЗОЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 4 кредитів ECTS / 120 годин; аудиторних – 54 год: лекції – 36 годин; лабораторні заняття – 18 годин самостійна робота – 66 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</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, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net Практичні заняття: к.т.н, доцент, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTU4MTc0OTgxMDk3?cjc=hw3xsul</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Моніторинг ізоляційних систем електроустаткування» складено відповідно до освітньої-наукової програми підготовки магістра «Електроенергетика та електромеханіка» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є посилення та закріплення у студентів наступних компетентностей: ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ФК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки ФК11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електро-енергетичних, електротехнічних та електро-механічних об'єктів та систем. ФК18. Здатність запроваджувати комплексний контроль технічного стану ізоляції різноманітного високовольтного обладнання енергосистеми, включаючи трансформатори, реактори, ізолятори.

Предметом вивчення дисципліни: - ізоляція та ізоляційні системи високовольтного обладнання, ефективні методи випробувань електрообладнання електричних мереж; обладнання для проведення випробувань електроустаткування, особливості його застосування в лабораторії та в процесі експлуатації; сучасні методи обробки та аналізу результатів випробувань електроустаткування.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:

ПРН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електро-енергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем. ПРН05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електро-механічному обладнанні і відповідних комплексах і системах. ПРН17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ПРН22. Використовувати сучасні методи моніторингу та діагностування стану ізоляції високовольтного електрообладнання в електричних системах та мережах, електричних станціях та підстанціях, на об'єктах альтернативної енергетики.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами "Техніка високих напруг", «Електрична частина станцій та підстанцій», «Теоретичні основи електротехніки», «Ізоляція електротехнічного обладнання», «Діагностування стану електротехнічного обладнання».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЙОГО ІЗОЛЯЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ БАЗ ДАНИХ

Тема 1.1 Загальні відомості про бази даних.

Види, призначення, принципи організації; особливості застосування баз даних, як різновиду джерела інформації.

Основні відомості; призначення; вимоги до функціональних можливостей СУБД.

Захист функціонування баз даних.

Тема 1.2. Розробка, створення та використання баз даних технічного стану обладнання.

Складові створення баз даних та їх призначення; важливість попереднього визначення та наступного вирішення всіх питань на кожному із етапів створення баз даних; наслідки порушення послідовності виконання вказаних етапів.

Основні відомості про призначення та структуру кодування («побудову назв») інформації, що буде міститись в базах даних; значення правильності попереднього (до створення баз) окреслення меж використання інформації баз даних та їх вплив на структуру кодування цієї інформації.

Призначення, різновиди зберігання і надання інформації в залежності від способу створення та функціонування тієї чи іншої бази; залежність кількісного та якісного складу даних (масивів) інформації від завдань, що повинні виконуватись із використанням тієї чи іншої бази.

Розділ 2. МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЙОГО ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Тема 2.1. Загальні технічні вимоги до систем моніторингу, управління та діагностики трансформаторів (автотрансформаторів) та шунтуючих реакторів.

Призначення систем моніторингу силових трансформаторів. Функціональні можливості систем моніторингу. Архітектура систем моніторингу.

Алгоритми роботи систем моніторингу масло наповнених вводів. Алгоритм реєстрації інформації, алгоритми усереднення результатів вимірів, алгоритм самонавчання приладу в процесі роботи.

Алгоритми розрахунків поточних параметрів вводу. Контроль струмів небалансу. Розрахунок тангенса кута втрат для однієї групи вводів.

Алгоритми аналізу змін параметрів вводу. Аналіз температурної залежності тангенса кута втрат. Урахування впливу завантаження на розрахункові параметри.

Тема 2.2. Датчики для системи контролю ізоляції трансформаторів.

Датчики струму провідності типу DB-1. Схеми внутрішнього устрою та принципи роботи.

Датчики реєстрації часткових розрядів у трансформаторах. Високочастотні трансформатори струму RFCT. Модифікації датчиків імпульсів часткових розрядів.

Датчики імпульсів корони та їх використання для компенсації завад.

Тема 2.3. Автоматизовані системи контролю вимірів часткових розрядів.

Алгоритми „розбірки” імпульсів часткових розрядів від завад.

Система аналізу одиничного імпульсу часткового розряду. Використання шумових каналів та матриці пере наводки імпульсів.

Відмежування системи реєстрації часткових розрядів від імпульсів корони.

Критерії оцінки рівня часткових розрядів в трансформаторі.

Тема 2.4 Приклади практичної реалізації систем контролю технічного стану ізоляції трансформаторів.

Контроль технічного стану ізоляції трьох вводів трансформатора.

Контроль технічного стану ізоляції шістьох вводів трансформатора та геометричної форми обмоток.

Комплексний контроль технічного стану ізоляції трансформатора, включаючи контроль шести вводів.

Комплексний контроль технічного стану ізоляції „вузла” енергосистеми, включаючи трансформатор то допоміжні пристрої.

Організація інформаційного обміну приладів контролю ізоляції та АСУ ТП вищого рівня.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Техніка високих напруг : [Навчальний посібник] / О.В. Гай, Кулик Б.І. – К. : , 2021. – 710 с.
2. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 Норми випробування електрообладнання (нова редакція 2020).
3. СОУ-Н ЕЕ 43.101:2009. Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел. Норми оцінювання якості. (Діючий на 2022р.)
4. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 (Діючий на 2022р.) Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки., ДП НТУКЦ «АсЕл-Енерго», Київ, 2007. (Нормативний документ Міністерства палива та енергетики України).
5. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 (Діючий на 2022р.) Технічне діагностування електрообладнання та контактних

Додаткові інформаційні ресурси:

1. Навчальний посібник з дисципліни “Моніторинг електроізоляційних систем електроустаткування” для студентів спеціальності “Техніка та електрофізика високих напруг”:/ Уклад.: В.Б. Абрамов, О.Р. Проценко. –К.:НТУУ «КПІ», 2013. –205 с.

2. Абрамов В.Б., Проценко О.Р. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Моніторинг ізоляційних систем електроустаткування» для студентів спеціальності «Техніка та електрофізика високих напруг» - *Протокол засідання ради факультету електроенерготехніки та автоматики від 31.10.2011 р. №3 про надання грифа «Рекомендовано радою факультету електроенерготехніки та автоматики» електронним навчальним виданням.*

3. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: Навч.посібник / Уклад.: В.Б.Абрамов, В.О.Бржезицький, О.Р.Проценко, під ред. Бржезицького В.О. –К.:НТУУ «КПІ», 2015. – 235 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<u>Тема 1.1</u> Загальні відомості про бази даних. <i>Лекція №1</i> (2 години). Бази даних: терміни і визначення <u>Зміст:</u> Види, призначення, принципи організації; особливості застосування баз даних, як різновиду джерела інформації. <i>2 Лекція №2</i> (2 години). Системи управління базами даних. <u>Зміст:</u> Основні відомості; призначення; вимоги до функціональних можливостей СУБД. <i>3 Лекція №3</i> (2 години). Захист функціонування баз даних. <u>Зміст:</u> Вимоги до персоналу та засобів контролю під час роботи з базами даних; паролі; обмеження наслідків втручання і збоїв.
2	<u>Тема 1.2.</u> Розробка, створення та використання баз даних технічного стану обладнання. <i>Лекція №4</i> (2 години). Етапи створення баз даних. <u>Зміст:</u> Складові створення баз даних та їх призначення; важливість попереднього визначення та наступного вирішення всіх питань на кожному із етапів створення баз даних; наслідки порушення послідовності виконання вказаних етапів. <i>Лекція №5</i> (2 години). Загальні принципи кодування інформації баз даних. <u>Зміст:</u> Основні відомості про призначення та структуру кодування («побудову назв») інформації, що буде міститись в базах даних; значення правильності попереднього (до створення баз) окреслення меж використання інформації баз даних та їх вплив на структуру кодування цієї інформації.
3	<u>Тема 2.1.</u> Загальні технічні вимоги до систем моніторингу, управління та діагностики трансформаторів (автотрансформаторів) та шунтуючих реакторів. <i>Лекція №6</i> (2 години.) Призначення систем моніторингу силових трансформаторів. <u>Зміст:</u> Функціональні можливості систем моніторингу. Архітектура систем моніторингу. <i>Лекція №7</i> (2 години.) Алгоритми роботи систем моніторингу масло наповнених вводів. <u>Зміст:</u> Алгоритм реєстрації інформації, алгоритми усереднення результатів вимірів, алгоритм самонавчання приладу в процесі роботи. <i>Лекція №8</i> (2 години.) Контроль струмів небалансу високовольтних вводів. <u>Зміст:</u> Загальний підхід до реєстрації струмів набалансу. Схеми сумування токів небалансу. Переваги та недоліки. <i>Лекція №9</i> (2 години.) Алгоритми розрахунків поточних параметрів вводу. <u>Зміст:</u> Контроль ізоляції за значенням струмів небалансу. Розрахунок тангенса кута втрит для однієї групи вводів. Дидактичні засоби: плакати по темі лекції, наочні зразки кафедри, діюче обладнання. <i>Лекція №10</i> (2 години.) Алгоритми аналізу змін параметрів вводу. <u>Зміст:</u> Аналіз температурної залежності тангенса кута втрат. Урахування впливу завантаження на розрахункові параметри.

4	<u>Тема 2.2.</u> Датчики для системи контролю ізоляції трансформаторів. <i>Лекція №11</i> (2 години.) Датчики струму провідності типу DB-1. <u>Зміст:</u> Схеми внутрішнього устрою та принципи роботи. Датчики реєстрації часткових розрядів у трансформаторах. <i>Лекція №12</i> (2 години.) Датчики часткових розрядів. <u>Зміст:</u> Схеми внутрішнього устрою та принципи роботи височастотних трансформаторів струму RFCT. Модифікації датчиків імпульсів часткових розрядів. Датчики імпульсів корони та їх використання для компенсації завад. <i>Лекція №13</i> (2 години.) Датчик зволоження трансформаторного масла. <u>Зміст:</u> Схеми внутрішнього устрою та принципи роботи датчика зволоження, побудованого на основі целюлозних матеріалів.
5	<u>Тема 2.3.</u> Автоматизовані системи контролю вимірів часткових розрядів. <i>Лекція №14</i> (2 години.) Архітектура автоматизованих систем моніторингу. <u>Зміст:</u> Типова структурна схема системи моніторингу ізоляції маслонаповненого обладнання. Основні вузли – призначення, характеристики. <i>Лекція №15</i> (2 години.) Алгоритми „розбірки” імпульсів часткових розрядів від завад. <u>Зміст:</u> Система аналізу одиничного імпульсу часткового розряду. Використання шумових каналів та матриці пере наводки імпульсів. <i>Лекція №16</i> (2 години.) Відстройка системи реєстрації часткових розрядів від імпульсів корони. <u>Зміст:</u> Відстройка системи реєстрації часткових розрядів від імпульсів корони. Критерії оцінки рівня часткових розрядів в трансформаторі.
6	<u>Тема 2.4</u> Приклади практичної реалізації систем контролю технічного стану ізоляції трансформаторів. <i>Лекція №17</i> (2 години.) Контроль технічного стану ізоляції вводів. <u>Зміст:</u> Контроль технічного стану ізоляції трьох вводів трансформатора. Контроль технічного стану ізоляції шістьох вводів трансформатора та геометричної форми обмоток. Комплексний контроль технічного стану ізоляції трансформатора, включаючи контроль шести вводів. <i>Лекція №18</i> (2 години.) Комплексний контроль технічного стану ізоляції. <u>Зміст:</u> Комплексний контроль технічного стану ізоляції „вузла” енергосистеми, включаючи трансформатор то допоміжні пристрої. Організація інформаційного обміну приладів контролю ізоляції та АСУ ТП вищого рівня

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	<i>Лабораторна робота № 1</i> Моніторинг змін результатів ХАРГ для силових трансформаторів (автотрансформаторів)	4
2	<i>Лабораторна робота №2.</i> Ммоніторинг стану ізоляції високовольних маслонаповнених трансформаторів класу напруги 110 (330) кВ за допомогою	4

	датчика зволоження	
3	Лабораторна робота №3. Діагностика ізоляції високовольтних вимірювальних трансформаторів струму шляхом моніторингу газового складу розчинених у маслі газів	4
4	Лабораторна робота №4. Застосування трикутника Дюваля для визначення виду та характеру дефекту силових трансформаторів.	4
5	Коллоквиум.	2

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до лабораторних занять та проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях
3	Підготовка до МКР
4	Підготовка до заліку

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 протоколу та захист лабораторних робіт з дисципліни;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський 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:
 - несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають зменшення максимального балу зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - перескладання захисту лабораторних робіт не передбачено;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
 - заохочувальні 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, 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; 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 (PCO)

Поточний контроль: МКР, лабораторні роботи.

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання усіх практичних робіт.

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

- в виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання однієї контрольної роботи у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Лабораторні роботи	МКР
40	60

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 10.

Максимальна кількість балів за лабораторні роботи – 10 балів * 4 = 40 балів.

Критерії оцінювання

- якісна підготовка до лабораторної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у роботі, правильна та охайна обробка результатів дослідів, чіткі відповіді на контрольні питання за темою роботи $-(0,9..1)*10 = 9-10,0$ балів;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання $(0,89..0,75)*10 = 7-8,0$ балів;
- недостатня підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання – $(0,74..0,6)*10 = 6,0$ - балів;
- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконання досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з однієї частин. Завдання контрольної роботи складається з двох теоретичних питань.

Ваговий бал МКР – 60 балів.

Максимальний бал за МКР – 1 * 55 = 55 балів.

Критерії оцінювання

- правильна та повна відповідь на теоретичне питання – $(0,9..1)*60=54...60$ балів;
- правильна але не повна відповідь на теоретичне питання – $(0,89..0,75)*60 = 45...53$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання – $(0,74..0,6)*60=36...44$ балів;
- неправильна відповідь на теоретичне питання, розв'язання задачі з принциповими помилками – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Із загального розрахунку максимальна сума балів, що може бути отримана студентом протягом семестру складає:

$$R_D = 40 + 60 = 100 \text{ балів}$$

За результати навчальної роботи за перші 7 тижнів студент може набрати 50 балів. На першому календарному контролі (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30 балів.

За результати 13 тижнів навчальної роботи студент максимально може набрати 100 балів. На другому календарному контролі (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50 балів.

Необхідною умовою отримання заліку є зарахування всіх практичних робіт та стартовий рейтинг не менше 60% від 100 балів, тобто 60 балів.

Форма семестрового контролю – залік

- За умови виконання вимог допуску до семестрового контролю та отримання не менше 60 балів стартового рейтингу студент має право переведення балів стартового рейтингу у підсумкову оцінку за дисципліну.

- За умови виконання вимог допуску до семестрового контролю, або якщо студент отримав 60 чи більше балів та хоче підвищення оцінки за дисципліну, він зобов'язаний писати залікову контрольну роботу, при цьому стартовий рейтинг студента скасовується, а оцінка за залікову контрольну роботу є підсумковою за дисципліну.

– **Залікове завдання** містить 3 залікових питання. Перше залікове питання оцінюється максимально у 34 бали, друге та третє залікові питання оцінюються максимально у 33 бали кожне.

– Критерії оцінювання **першого** залікового питання:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 32-34 балів;

– «дуже добре», майже повна відповідь на питання у обсязі не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 29-33 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 25-28 балів;

– «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 22-24 балів;

– «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 20-21 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Критерії оцінювання **другого та третього** залікових питань:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 32 – 33 балів,

– «дуже добре», майже повна відповідь на питання у обсязі не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 29-31 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 25-28 балів;

– «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 22-24 балів;

– «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 20 – 21 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Остаточний рейтинг студента складає суму балів, отриманих за виконання всіх завдань, передбачених РСО, або за виконання залікового завдання.

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)

У разі дистанційного навчання студент несе повну відповідальність за наявність у нього технічних засобів комунікації (інтернет, е-пошта, комп'ютер, веб-камера, відповідне програмне забезпечення тощо), необхідних для вивчення дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, доцент, Проценком Олександром Ростиславовичем

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол № _10_ від 24.05.2023р.

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023р.)



Установки і процеси електрофізичної технології. Курсовий проєкт

Силабус освітнього компонента

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	«Електроенергетика та електромеханіка»
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	I курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	Всього 45 годин / 1,5 кредита ECTS самостійна робота – 45 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	КП, залік
Розклад занять	Консультація викладача
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Захист КП: ст. викл. Святненко Вадим Анатолійович, 0503469998, e-mail: vadiksv@gmail.com
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTg4MDMyNzY0MTQ2?cjc=z3fmibp

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента «Установки і процеси електрофізичної технології. Курсовий проєкт» складено відповідно до програми підготовки магістра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-наукової програми «Електроенергетика та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є використання студентами теоретичних знань й практичних навичок для розрахунків режимів та проектування вузлів електротехнологічного устаткування, а також формування та закріплення у студентів наступних **фахових компетентностей (ФК)**:
ФК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК05. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Предмет навчальної дисципліни – є улаштування, функціонування, параметри та режими роботи, випробування та діагностування електричних апаратів.

Програмні результати навчання (ПРН), на формування та покращення яких спрямована дисципліна:

ПРН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПРН15. Поєднувати різні форми науково-дослідної роботи і практичної діяльності з метою подолання розриву між теорією і практикою, науковими досягненнями і їх практичною реалізацією

ПРН22. Використовувати сучасні методи моніторингу та діагностування стану ізоляції високовольтного електрообладнання в електричних системах та мережах, електричних станціях та підстанціях, на об'єктах альтернативної енергетики.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами: «Вища математика», «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Промислова електроніка».

Зміст навчальної дисципліни

Графік виконання курсового проєкту

Тиждень семестру	Назва етапу роботи	Навчальний час	
		Ауд.	СРС
1	Одержання теми та завдання	0	4
2	Підбір та вивчення літератури. Аналіз технічних рішень	0	6
3	Виконання розрахунків силових частини перетворювального пристрою	0	6
4	Виконання розрахунків системи керування перетворювального пристрою	0	6
5	Розробка креслення схеми електричної принципової перетворювального пристрою	0	6
6	Розробка друкованої плати системи керування перетворювального пристрою та її складального креслення	0	7
7	Подання курсової роботи на перевірку	0	6
8	Захист курсової роботи	0	4
Всього		0	45

Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Основи цифрової електроніки. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціальності «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / Л. Ю. Спінул, В. А. Святненко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,51 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 118 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/50940>
2. Мікропроцесори та цифрова електроніка [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою 141 - "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка", спеціалізації «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / К. К. Победаш, В. А. Святненко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 121 с. . <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45666>

Додаткові інформаційні ресурси:

1. Щерба А.А., Победаш К.К., Святненко В.А. Електроніка та мікросхемотехніка: Навчальний посібник для студентів напрямку підготовки “Електромеханіка” – К.:НТУУ«КПІ», 2013 – 358с.: іл.

<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>

2. Побєдаш К.К., Святненко В.А. Силові напівпровідникові прилади і перетворювачі електричної енергії: Навчальний посібник К.:НТУУ«КПІ», 2017. - 245с.
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19823>
3. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT)
4. ДСТУ 2646-94 Плати друковані. Терміни та визначення
5. ДСТУ 2783-94 Монтаж електричний радіоелектронної апаратури та приладів. Загальні вимоги до монтажу виробів електронної техніки та електротехнічних на друковані плати

1. Дистанційний курс

<https://classroom.google.com/c/MTg4MDMyNzY0MTQ2?cjc=z3fmibp>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Перелік тем (варіантів вихідних даних)

В курсовому проєкті необхідно виконати розробку перетворювального пристрою відповідно до теми завдання та варіанту вихідних даних (Додаток 1).

Тема 1. Однофазний керований випрямляч.

Тема 2. Трифазний керований випрямляч.

Вимоги до змісту та оформлення курсового проєкту

Окремі структурні частини, які обов'язково мають бути представлені в роботі:

1. Завдання на роботу.
2. Вступ. Призначення перетворювального пристрою за темою
3. Аналіз технічних рішень. Проробка варіантів реалізації перетворювального пристрою. та вибір одного з них відповідно до умов завдання.
4. Виконання розрахунків силової частини перетворювального пристрою
5. Виконання розрахунків системи керування перетворювального пристрою
6. Виконання моделювання перетворювального пристрою
7. Розробка креслення схеми електричної принципової перетворювального пристрою
8. Розробка креслення друкованої плати системи керування перетворювального пристрою та її складального креслення
9. Перелік використаної літератури.
10. Висновок за результатами виконання роботи.

Усі матеріали роботи повинні бути оформлені у відповідності з вимогами нормативної документації.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Годин
1	Самостійне опрацювання літературних джерел з тематики дисципліни	10
2	Виконання розрахунків за індивідуальним варіантом завдання	12
3	Розробка креслення схеми електричної принципової перетворювального пристрою	6
4	Розробка друкованої плати системи керування перетворювального пристрою та її складального креслення	7
5	Формування пояснювальної записки курсового проєкту	10

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.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за вказівкою викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: лабораторна робота захищається індивідуально.
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь в університетських та Всеукраїнській олімпіадах з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР та несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають зниження максимального балу за певний вид активності до 75%. Мінімальний бал не змінюється. Якщо студент(-ка) не проходив(-ла) або не з'явився(-ася) на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. У такому разі є можливість написати МКР, але максимальний бал за неї буде становити 75% від максимального. Перескладання захисту лабораторних робіт та МКР не передбачено;
- 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 **«Установки і процеси електрофізичної технології. Курсовий проєкт»**. Роботи, які не відповідають вимогам діючого Положення про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського, оцінюються в 0 балів. У такому разі робота може бути перероблена із зміною варіанту. Максимальний бал буде знижено на 30%.
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах 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: виконання етапів курсового проєктування

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

Умови успішного проходження календарного контролю: не менше 50% балів за виконання навчального плану дисципліни на дату контролю, що передбачає виконання відповідної кількості етапів курсового проєктування.

Семестровий контроль: КП, залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування всіх етапів курсового проєктування.

УВАГА! Студенти, що на момент консультації перед заліком не виконали всіх етапів курсового проєктування, не допускаються до основної сесії та готуються до перескладання під час додаткової сесії

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

- своєчасність виконання графіку курсового проектування;
- якість виконання пояснювальної записки;
- якість виконання графічного матеріалу;
- якість захисту роботи роботи.

№, з/п	Контрольний захід	Макс. бал	Кількість	Всього
1	Своєчасність виконання етапів курсового проектування	4	9	36
2	Якість оформлення пояснювальної записки	12	1	12
3	Якість оформлення графічного матеріалу	12	1	12
4	Якість захисту роботи	40	1	40
РАЗОМ				100

Своєчасність виконання етапів курсового проектування

Ваговий бал – 4.

Максимальна кількість балів за всі етапи курсового проектування – 4 бали * 9 = 36 балів.

Мінімальна кількість балів за всі етапи курсового проектування – 4 бали * 9 * 60% = 22 бали.

Критерії оцінювання

- Своєчасне виконання кожного з етапів курсового проекту оцінюється у 4 бали.
- Затримка виконання етапу курсового проектування на тиждень (крім останніх двох) оцінюється у 3 бали.
- Затримка виконання етапу курсового проектування на два і більше тижнів (крім останніх двох) оцінюється у 2,5 бали.
- Несвоєчасне виконання останніх двох етапів курсового проекту – 0 балів.

Якість виконання пояснювальної записки

Ваговий бал – 12.

Максимальний бал за якість виконання пояснювальної записки – 12 балів.

Мінімальний бал за якість виконання пояснювальної записки – 12 * 60% = 7,2 балів.

Критерії оцінювання

- повністю виконані всі розділи пояснювальної записки, виконані всі необхідні розрахунки, представлена вся необхідна теоретична частина обґрунтування розрахунків у обсязі не менш, ніж 90% потрібної інформації – 11...12 балів.
- пояснювальна записка виконана з певними недоліками, або розрахунки містять незначні неточності, або теоретичне обґрунтування розрахунків містить не менш ніж 75% потрібної інформації – 9...10 балів.
- пояснювальна записка містить недоліки, які не спотворюють її суть, розрахунки спрощені, або теоретичне обґрунтування розрахунків містять не менш ніж 60% потрібної інформації – 7...8 балів.
- пояснювальна записка не виконана, або виконана невчасно, або з суттєвими недоліками, або розрахунки не відповідають завданню, або відсутнє чи недостатнє теоретичне обґрунтування розрахунків – 0 балів.

Якість виконання графічного матеріалу

Ваговий бал – 12.

Максимальний бал за якість виконання графічного матеріалу – 12 балів.

Мінімальний бал за якість виконання графічного матеріалу – $12 * 60\% = 7,2$ балів.

Критерії оцінювання

- *якісне виконання графічного матеріалу у повній відповідності до діючих стандартів та розрахунків, виконаних згідно індивідуального завдання – 11...12 балів.*
- *при виконанні графічного матеріалу допущені несуттєві недоліки стосовно оформлення або відповідності індивідуальному завданню – 9...10 балів.*
- *при виконанні графічного матеріалу були допущені недоліки, які несуттєво впливають на відображення результату теоретичних розрахунків, згідно індивідуального завдання та діючих стандартів – 7...8 балів.*
- *графічний матеріал не виконаний, або виконаний невчасно, або відсутня частина необхідного графічного матеріалу, згідно індивідуального завдання, або виконаний графічний матеріал не відповідає розрахунковій частині пояснювальної записки – 0 балів.*

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – КП, залік

На заліку студенти виконують захист курсового проекту перед комісією викладачів.

Якість захисту курсового проекту

Ваговий бал – 40.

Максимальний бал за якість захисту курсового проекту – 40 балів.

Мінімальний бал за якість захисту курсового проекту – $40 * 60\% = 24$ балів.

Критерії оцінювання

- *повна ґрунтовна доповідь про виконаний курсовий проєкт, доведення вірності виконаних розрахунків, вільне орієнтування у виконаному графічному матеріалі, повні та вірні відповіді на задані запитання (містять не менш ніж 90% необхідної інформації) – 38...40 балів.*
- *довідь про виконаний курсовий проєкт містить несуттєві недоліки, або наявні несуттєві відмінності між результатами проведених розрахунків та графічною частиною роботи, достатньо повні відповіді на поставлені запитання (містять не менш ніж 75% необхідної інформації) – 30...37 балів.*
- *при доповіді про виконаний курсовий проєкт допущені незначні неточності в обґрунтуванні теоретичних розрахунків або їх зв'язку з графічною частиною роботи, відповіді на поставлені запитання неповні, містять незначні помилки (містять не менш ніж 60% необхідної інформації) – 24...29 балів.*
- *пояснювальна записка або графічний матеріал не представлені до захисту, або під час доповіді про виконаний курсовий проєкт допущені суттєві похибки, або наявні суттєві розбіжності між теоретичними розрахунками та графічною частиною проекту, або відповіді на поставлені запитання містять суттєві похибки чи недостатньо повні (містять менш ніж 60% необхідної інформації) – 0 балів.*

Остаточний рейтинг студента складає сума балів отриманих за виконання всіх завдань, передбачених РСО, та за якість захисту курсовий проєкт на заліку.

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)

Силабус освітнього компонента:

Складено старшим викладачем теоретичної електротехніки, Святненком Вадимом Анатолійовичем

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол № 10 від 24.05.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023)

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ
до курсового проєкту по темі № 1 "Однофазний керований випрямляч"

[illegible]

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

до курсового проєкту по темі № 2 "Трифазний керований випрямляч"

Трифазний керований випрямляч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$E_{1ном}$ [В]	380	127	220	220	380	115	127	110	115	380	127	220	115	127	110	380	110	127	220	380
E_{1min} [В]	365	115	187	187	370	110	115	100	110	370	105	180	105	115	100	370	95	115	180	360
E_{1max} [В]	395	135	253	253	390	130	136	127	120	390	135	240	125	135	120	390	125	136	240	400
f_M [Гц]	400	60	50	400	50	1000	1000	50	60	400	50	60	1000	50	400	50	1000	400	50	1000
$U_{дном}$ [В]	280	100	350	330	300	90	250	50	60	200	90	100	200	220	80	250	90	320	110	180
U_{dmin} [В]	270	90	340	320	290	80	240	40	50	190	80	90	190	210	70	240	80	310	100	170
U_{dmax} [В]	290	110	360	340	310	100	260	60	70	210	100	110	210	230	90	260	100	330	120	190
I_{dmin} [А]	10	6	8	5	6	6	10	10	5	7	7	6	5	10	8	10	5	6	7	8
I_{dmax} [А]	30	25	20	20	25	20	20	25	20	25	20	20	25	30	25	30	20	25	25	25
$U_{(1)M}$ [В]	≤ 1	≤ 0.5	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 0.5	≤ 1	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 1	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 1	≤ 1	≤ 0.5	≤ 1	≤ 0.5	≤ 1.5	≤ 1	≤ 0.5
$T_{сmin}$ [°C]	-20	-30	-20	-30	-40	-40	-20	-30	-40	-20	-20	-30	-20	-40	-30	-20	-20	-30	-30	-40
$T_{сmax}$ [°C]	+20	+30	+30	+30	+30	+50	+20	+20	+40	+40	+30	+30	+20	+40	+30	+30	+20	+30	+20	+30



ВИСОКОВОЛЬТНІ ВИПРОБУВАЛЬНІ УСТАНОВКИ

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 1,5 кредитів ECTS / 45 годин; самостійна робота – 45 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, Проценко Олександр Ростиславович, apro54@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTg2NTkzNDc2OTYz?cjc=pwegea2</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Високовольтні випробувальні установки» складено відповідно до освітньої-наукової програми підготовки магістра «Електроенергетика та електромеханіка» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є підсилення та закріплення у студентів наступних компетентностей: ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення; ФК12. Здатність проектувати та розробляти випробні та спеціалізовані високовольтні трансформатори та генератори постійної високої напруги, ємнісні високовольтні генератори імпульсних напруг та імпульсних струмів; ФК13. Здатність запроваджувати комплексний контроль технічного стану ізоляції різноманітного високовольтного обладнання енергосистеми, включаючи трансформатори, реактори, ізолятори.

Предметом вивчення дисципліни: - випробувальні установки для генерування високих напруг постійного струму, змінного струму та імпульсного струму. Методи розрахунків елементів такого обладнання.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна: ПРН10. Презентувати матеріали досліджень на міжнародних наукових конференціях та семінарах, присвячених сучасним проблемам в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ПРН22. Використовувати сучасні методи моніторингу та діагностування стану ізоляції високовольтного електрообладнання в електричних системах та мережах, електричних станціях та підстанціях, на об'єктах альтернативної енергетики.

ПРН23. Обслуговувати та експлуатувати високовольтне випробувальне електро- устаткування, вимірювальне обладнання, а також обробляти результати вимірювань.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами "Техніка високих напруг", «Електрична частина станцій та підстанцій», «Теоретичні основи електротехніки», «Ізоляція електротехнічного обладнання», «Діагностування стану електротехнічного обладнання».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Проектування високовольтного випробувального устаткування (курсний проєкт)

Зміст. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни студент повинен засвоїти: основні типи високовольтних випробувальних і електрофізичних установок, методи їх розрахунку та моделювання. Умови та можливості використання тих чи інших типів високовольтних випробувальних і електрофізичних установок у сучасних енергетиці та технологічних процесах. Основні методи діагностики, профілактики та вимірювань, пов'язаних з конкретними типами випробувальних і електрофізичних установок. Основні положення техніки безпеки при роботах, пов'язаних з високовольтними випробувальними установками.

В результаті виконання курсового проєкту студент отримає вміння розраховувати перехідні процеси у різних режимах роботи високовольтних випробувальних і електрофізичних установок; аналізувати причини і ймовірні наслідки перенапруг, які можуть виникати як в високовольтних випробувальних і електрофізичних установках, так і в приєднаних до них випробувальних і технологічних колах; розробляти заходи захисту високовольтної ізоляції та забезпечувати її координацію; забезпечувати технологічність конструкцій високовольтного електрообладнання та його елементів.

Графік виконання курсової роботи

Тиждень семестру	Назва етапу роботи	Навчальний час	
		Ауд ¹ .	СРС
1	Отримання теми та завдання	-	-
2	Аналіз конструкції	-	4
3	Проведення розрахунків	-	8
4	Аналіз та обробка результатів розрахунків	-	4
5	Вибір та конструювання зовнішньої ізоляції	-	4
6	Проведення теплових розрахунків	-	5
7	Розробка складального креслення та елементів деталювання	-	10
8	Оформлення курсового проєкту та подання на перевірку	-	10
9	Захист курсового проєкту	-	2

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Порівняльний аналіз діючих стандартів і методик з інтерпретації результатів АРГ : навчально-методичний посібник для виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань / О. В. Шутенко, О. С. Кулик, С. Г. Пономаренко. – Харків : Друкарня Мадрид, 2021. – 126 с.

2. Техніка високих напруг : [Навчальний посібник] / О.В. Гай, Кулик Б.І. – К. : , 2021. – 710 с.

3. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 Норми випробування електрообладнання (нова редакція 2020).

4. СОУ-Н ЕЕ 43.101:2009. Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел. Норми оцінювання якості. (Діючий на 2022р.)

5. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 (Діючий на 2022р.) Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки., ДП НТУКЦ «АсЕл-Енерго», Київ, 2007. (Нормативний документ Міністерства палива та енергетики України).

6. Лавренова, Д. Л. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Д. Л. Лавренова, В. М. Хлистов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Електронні текстові дані (1

Додаткові інформаційні ресурси:

1. Вимірювання високих напруг і великих струмів / Навчальний посібник для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Техніка та електрофізика високих напруг» // Укладачі: Бржезицький В. О., Проценко О. Р., Лапоша М. Ю. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 133 с.

2. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: Навч. посібник / Уклад.: В.Б.Абрамов, В.О.Бржезицький, О.Р.Проценко, під ред. Бржезицького В.О. –К.:НТУУ «КПІ», 2015. – 235 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В курсовому проєкті необхідно виконати розрахунок основних елементів генератора імпульсних напруг та розробити конструкцію генератора. Послідовність проведення розрахунків, їх об'єм, формування графічних матеріалів а також вимоги до змісту та оформлення пояснювальної записки наведені у [4].

Усі матеріали роботи повинні бути оформлені у відповідності з вимогами нормативної документації.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1.	Самостійне опрацювання літературних джерел з тематики дисципліни
2.	Виконання розрахунків за індивідуальним варіантом завдання
3.	Розробка складального креслення та елементів деталювання
4.	Формування пояснювальної записки курсової роботи

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 протоколу та захист лабораторних робіт з дисципліни;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський 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:
 - несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають зменшення максимального балу зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - перескладання захисту лабораторних робіт не передбачено;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
 - заохочувальні 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, 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; 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: за результатами оцінювання виконання кожного етапу курсової роботи.

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

Семестровий контроль: залік (захист курсової роботи).

Умови допуску до семестрового контролю: оформлення пояснювальної записки у відповідності до вимог та нормативних документів.

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

- виконання та оформлення шести модулів курсової роботи;
- захист - за якість захисту курсової роботи.

Виконання модулів КП	Захист КП Рк
60	40

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Виконання етапів курсової роботи

Ваговий бал – 60.

Курсова робота складається з шести модулів для яких встановлений певний час виконання. Ваговий бал кожного модуля – 10.

Модуль виконаний вчасно та без помилок	9-10
Модуль виконаний вчасно, але містить незначні помилки	7-8
Модуль виконаний не вчасно але без помилок	5-6
Модуль виконаний не вчасно та з помилками	3-4
Заохочувальні бали.	
При виконання курсового проекту студент використав нестандартні алгоритмічні або конструктивні рішення	2...4

2. Захист курсової роботи

Ваговий бал – $R_k = 40$.

Складова захисту курсової роботи:

- Ступінь володіння матеріалом	10...15
- Повнота аналізу можливих варіантів	5...10
- Вміння аргументовано захищати свою думку	15...15

Розрахунок шкали рейтингу студента

Сума вагових балів протягом семестру складає:

$R_c = 60$ балів

Залікова (курсова) складова дорівнює:

$R_k = 40$ балів

Таким чином рейтингова шкала з дисципліни складає:

$R = R_c + R_k = 60 + 40 = 100$ балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У разі дистанційного навчання студент несе повну відповідальність за наявність у нього технічних засобів комунікації (інтернет, е-пошта, комп'ютер, веб-камера, відповідне програмне забезпечення тощо), необхідних для вивчення дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, доцент, Проценком Олександром Ростиславовичем

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол №_10_ від 24.05.2023р.

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 22.06.2023р.)