



ЕЛЕКТРИЧНІ КОМУТАЦІЙНІ АПАРАТИ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електричні машини і апарати (Electrical machines and apparatus)</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>165 годин / 5,5 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=9f535d05-ccd4-4f3a-983e-966c052418db</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н. Коваленко Михайло Анатолійович, 0676563651 Практичні: к.т.н. Коваленко Михайло Анатолійович, 0676563651</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=740</i>

Програманавчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «**Електричні комутаційні апарати низької напруги**» 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 у студентів теоретичних та практичних знань про електричні апарати їх вибір, та про ефективне застосування в сучасних в електричних мережах, побуті та промисловості.

Предмет навчальної дисципліни – параметри та характеристики електричних комутаційних апаратів низької напруги.

Програмні компетентності:

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК10. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня.

ФК4. 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.

ФК19. Здатність застосовувати сучасні програми та апаратні засоби керування електричних машин, що працюють в складі електромеханотронних систем з метою отримання заданих робочих характеристик.

ФК20. Здатність аналізувати і використовувати отримані результати розробок новітніх типів електричних машин та апаратів для подальшої їх комерціалізації в складі стартап-проектів, у тому числі для продажу ліцензій і трансферу технологій

Програмні результати навчання:

ПРН05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

ПРН06. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу.

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

ПРН24. Проводити моніторинг та діагностування електроенергетичного та електромеханічного обладнання і устаткування, встановлювати основні причини виходу з ладу в процесі їх експлуатації

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: вища математика, фізика, теоретичні основи електротехніки, електричні машини. Дисципліна „ Електричні комутаційні апарати низької напруги”, використовуючи відомі закони електротехніки, створює методику розрахунків та вибору комутаційних апаратів для захисту електричних двигунів та іншого електричного обладнання в мережах електропостачання. При вивченні конструкції та режимів роботи електричних комутаційних апаратів потрібні також знання з електротехнічних матеріалів, прикладної механіки, електроніки, основам метрології та електричних вимірювань. Загальноосвітні питання розглядаються при аналізі аварійних перехідних процесів в електричних мережах.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 6 розділів, а саме:

- 1. Вступ, основні положення та поняття електричних комутаційних апаратів низької напруги**, до якого ввійшли питання про предмет та задачі курсу “Електричні комутаційні апарати”. Електричні комутаційні апарати в колах захисту електричних двигунів змінного струму. Класифікація електричних комутаційних апаратів. Радіально-магістральна схема живлення промислового підприємства (примірок). Можливі аварійні режими в процесі експлуатації двигунів.
- 2. Режими роботи електричних апаратів в мережах 0,4 кВ**, до якого ввійшли питання про Особливості мереж 0,4 кВ. Коротке замикання в електричній мережі. Режими роботи електричних апаратів. Узгодження захисних характеристик пристроїв захисту з граничнодопустимими навантаженнями за струмом і часом різних споживачів.
- 3. Елементи теорії комутаційних апаратів**, до якого ввійшли питання про втрати в електричних апаратах. Основні види електричних контактів. Перехідний опір контакту, його залежність від сили жиму, матеріалу провідника. Сили Двайта. Комутація електричного ланцюга з активно-індуктивним навантаженням. Електрична дуга та способи її гашення.
- 4. Автоматичні вимикачі**, до якого ввійшли питання про нормативну базу, технічні вимоги, призначення, принцип дії, класифікація, технічні характеристики сучасних модульних вимикачів. Часо-струмові характеристики. Розрахунок струмів короткого замикання. Вибір

модульних автоматичних вимикачів. Додаткові пристрої (додаткові контакти, незалежний розщеплювач, розщеплювач максимальної та мінімальної напруги та інші.) на DIN-рейку. Особливості вимикачів на великі струми. Вимикачі навантаження (рубильники) та інші види вимикачів. Пристрої захисного відключення(ПЗВ) та диференційні автоматичні вимикачі. Призначення, поняття диференційного струму, принцип дії, класифікація, технічні характеристики, галузі застосування.

5. **Магнітні пускачі, контактори**, до якого ввійшли питання про конструкцію та принцип дії магнітного пускача, режими експлуатації, основні технічні характеристики. Теплові реле, додаткові контакти, приставки витримки часу та інші додаткові пристрої до контакторів.
6. Інші електричні комутаційні апарати захисту двигунів, до якого ввійшли питання про реле контролю величини та симетрії фазних напруг. Пристрої температурного контролю обмоток електричних машин. Запобіжники.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Михайло Хай, Богдан Харчишин, Мірон Бурштинський Електричні апарати. Львівська політехніка. – 2021. – 480 с.
 2. Клименко Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс : навч. посібник / Б. В. Клименко. – Харків : Точка, 2012. – 340 с.
 3. Дистанційний курс: <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=740>
Додаткові
1. Електричні комутаційні апарати низької напруги. Електричні апарати пуску та захисту електричних двигунів: лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електричні машини і апарати» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. В. Чумак, М. А. Коваленко, С. С. Цивінський. – Електронні текстові дані (1 файл: 6.57 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 31 с.
 2. Галіновський О.М. Параметри та характеристики напівпровідникових випрямлячів вентильних генераторів // Гірничі електромеханіка та автоматика: наук.-техн. зб. – 2012. – Вип. 88. – С. 47–55.
 3. О. Галіновський, Є. Дубчак, О. Ленська. Безпосередні перетворювачі частоти на обертових частинах безщіткових асинхронізованих машин / Винахідник і раціоналізатор, журнал УАН,. – 2021. – №1. – С. 18-23.

Навчальний контент

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)
1	Предмет та задачі курсу “Електричні комутаційні апарати низької напруги”. Електричні комутаційні апарати низької напруги в колах захисту електричних двигунів змінного струму. Класифікація електричних комутаційних апаратів. Радіально-магістральна схема живлення промислового підприємства (примірок). Можливі аварійні режими в процесі експлуатації двигунів. літературні джерела: [2, с. 9 - 12], [1, с.157 - 159]. дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 1 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=740
2	Режими роботи електричних апаратів в мережах 0,4 кВ.

	<p><i>Особливості мереж 0,4 кВ. Коротке замикання в електричній мережі. Режими роботи електричних апаратів. Узгодження захисних характеристик пристроїв захисту з граничнодопустимими навантаженнями за струмом і часом різних споживачів. літературні джерела [1, с. 158 - 166], [5];</i></p> <p><i>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 2</i> https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
3	<p><i>Елементи теорії комутаційних апаратів. Втрати в електричних апаратах. Основні види електричних контактів. Перехідний опір контакту, його залежність від сили жиму, матеріалу провідника. Сили Двайта. Комутація електричного ланцюга з активно-індуктивним навантаженням. Електрична дуга та способи її гашення. літературні джерела [1, с. 9 – 26, с. 70 - 75] , [2].</i></p> <p><i>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 3</i> https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
4	<p><i>Автоматичні вимикачі (загальні питання). Загальні питання (нормативна база, технічні вимоги, призначення, принцип дії, класифікація, технічні характеристики) сучасних модульних вимикачів. Часо-струмові характеристики. літературні джерела [1, с. 31 – 46, с. 76 - 78] , [2].</i></p> <p><i>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 4</i> https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
5	<p><i>Вибір автоматичних вимикачів та додаткових пристроїв. Розрахунок струмів короткого замикання. Вибір модульних автоматичних вимикачів. . Додаткові пристрої (додаткові контакти, незалежний розщеплювач, розщеплювач максимальної та мінімальної напруги та інші.) на DIN-рейку. літературні джерела [1, с. 47 – 52, с. 78 - 82] , [2];</i></p> <p><i>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 5</i> https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
6	<p><i>Автоматичні вимикачі на великі струми. Особливості вимикачів на великі струми. Вимикачі навантаження (рубильники) та інші види вимикачів. літературні джерела [1, с. 52 – 58, с. 83 - 87] , [2];</i></p> <p><i>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 6</i> https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
7	<p><i>Пристрої захисного відключення(ПЗВ) та диференційні автоматичні вимикачі. Призначення, поняття диференційного струму, принцип дії, класифікація, технічні характеристики, галузі застосування. літературні джерела [1, с. 118 – 126, 175 -179], [2, 4, 6, 7 , 8, 9].</i></p> <p><i>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 7</i> https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
8	<p><i>Магнітні пускачі, контактори. Конструкція та принцип дії магнітного пускача, режими експлуатації, основні технічні характеристики. Теплові реле, додаткові контакти, приставки витримки часу та інші додаткові пристрої до контакторів. літературні джерела [1, с. 106 – 110, 113 – 118, 170 - 174] , [7, 8, 9].</i></p> <p><i>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 8</i> https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
9	<p><i>Інші Електричні комутаційні апарати низької напруги захисту двигунів. Реле контролю величини та симетрії фазних напруг. Пристрої температурного контролю обмоток електричних машин. Запобіжники. літературні джерела [1, с. 106 - 113] .</i></p> <p><i>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 9</i> https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
10	<p><i>Захист обертових перетворювачів БСМ від внутрішніх комутаційних перенапруг.</i> <i>Загальні положення. Параметри захисних ланок випрямлячів. Комутаційні перенапруги</i></p>

	<p>трифазного діодного мостового випрямляча БСМ в залежності від параметрів захисних ланок. Дослідження моделей збудників БСМ в програмі Місго-Сар. <i>Література:</i> [1]. С. 22-26. Дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги», лекція 3.</p>
11, 12	<p>Дослідження моделей випрямлячів в усталених та перехідних режимах роботи. Еквівалентні схеми заміщення мостових випрямлячів. Загальні положення. Еквівалентні схеми заміщення випрямляча по ланкам навантаження та джерела живлення. Алгоритм розрахунку параметрів та основних співвідношень випрямлячів. Дослідження моделей випрямлячів в усталених та перехідних режимах. Співставлення характеристик багатофазних та трифазних випрямлячів. Моделі подібних вентильних перетворювачів, розрахунок безконтактних синхронних машин при розділенні збудника на взаємозв'язані підсистеми (загальні положення). <i>Література:</i> [1]. С. 27-44; КП 4.6 - 4.8. Дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги», лекції 4, 5</p>
13, 14	<p>Нереверсивні тиристорні перетворювачі безконтактних синхронних машин. Режими роботи нереверсивного тиристорного випрямляча. Модель мостового тиристорного перетворювача в програмі Місго-Сар. Мостові, мосто-нульові та каскадні мостові випрямлячі. <i>Література:</i> [1]. С. 45-52; КП 4.9. Дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги», лекції 6.</p>
15, 16	<p>Асинхронізована машина (АСМ), загальний аналіз. Структурна схема, основні властивості АСМ. Блок-схема та конструкція безконтактної АСМ (БАСМ) - повторення. Спрощена схема заміщення та векторна діаграма основної електричної машини (ОЕМ) БАСМ. Уточнена схема заміщення ОЕМ. Розрахунок характеристик ОЕМ в режимі генератора.. <i>Література:</i> [2]. С. 114-120; КП, С. 7.1. Дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги», лекція 7, 8 Контрольна робота</p>
17,18	<p>Електромашино-вентильні перетворювачі (ЕМВП) БАСМ на базі безпосередніх перетворювачів частоти з природною комутацією. Структурні схеми одномашинних та каскадних збудників БАСМ. Частоти джерел живлення та управління одномашинних ЕМВП. . . Безпосередні перетворювачі частоти (БПЧ) зі штучною комутацією (БПЧШ). Формування кривих вихідної напруги в ідеальних перетворювачах частоти (ПЧ) з однофазним навантаженням. БПЧШ при однофазному навантаженні. Трифазно-трифазні БПЧШ з обмеженим числом повністю керованих вентилів. <i>Література:</i> [2]. С. 121-124, 126-128, 131-137. КП 7.2-7.4. Дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 9.</p>
19, 20	<p>Безпосередні перетворювачі частоти з природною комутацією (БПЧП). Формування кривих вихідної напруги в статичних БПЧП. БПЧП з модульованою вхідною напругою (БПЧПМ) при однофазному навантаженні. Електрична та еквівалентна схеми трифазно-однофазного БПЧПМ. Дослідження моделі БПЧПМ при управлінні тиристорами: по частоті навантаження; по частоті джерела живлення; при комбінованому способі управління. Визначення режимів роботи ПЧ. Загальний аналіз результатів досліджень БПЧПМ з однофазним навантаженням.</p>

	<p><i>Література: [2], С. 129-130, 144-152. КП 6.</i> Дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекції 10.</p>
21, 22	<p><i>ЕМВП на базі трифазно-трифазних БПЧП та БПЧПМ.</i> Комбінований спосіб з'єднання якірних обмоток збудників БСМ. Дослідження моделей ЕМВП на базі БПЧП та БПЧПМ при різних з'єднаннях обмоток джерела живлення та способах управління тиристорами. .</p> <p><i>ЕМВП на базі БПЧП та БПЧПМ з різними схемами перетворення.</i> Співставлення безпосередніх перетворювачів частоти БАСМ з різними схемами перетворення. Вибір типу ПЧ в залежності від діапазону зміни ковзання ОЕМ БАСМ. <i>Література: [2]. С. 156-165, 171-178. КП 7, 8.</i> Дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» лекція 11, 12.</p>
23, 24	<p><i>Перспектива впровадження БАСМ.</i> Перспектива впровадження БАСМ в потужних та автономних енергосистемах, керованих електроприводах, двигунах-генераторах гідроакумуючих станцій. <i>СРС: питання №1, № 4.</i> <i>Залік по курсу.</i></p>
25	<p>Електричні комутаційні апарати низької напруги в колах захисту електричних двигунів змінного струму. Класифікація електричних комутаційних апаратів. Радіально-магістральна схема живлення промислового підприємства (примірок). Можливі аварійні режими в процесі експлуатації двигунів. літературні джерела: [2, с. 9 - 12] , [1, с.157 - 159]. дистанційний курс «Безконтактні та комутаційні системи в електромеханіці» лекція 15 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
26	<p>Режими роботи електричних апаратів в мережах 0,4 кВ. Особливості мереж 0,4 кВ. Коротке замикання в електричній мережі. Режими роботи електричних апаратів. Узгодження захисних характеристик пристроїв захисту з граничнодопустимими навантаженнями за струмом і часом різних споживачів. літературні джерела [1, с. 158 - 166], [5]; дистанційний курс «Безконтактні та комутаційні системи в електромеханіці» лекція 16, 17 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
27	<p>Елементи теорії комутаційних апаратів. Втрати в електричних апаратах. Основні види електричних контактів. Перехідний опір контакту, його залежність від сили жиму, матеріалу провідника. Сили Двайта. Комутація електричного ланцюга з активно-індуктивним навантаженням. Електрична дуга та способи її гашення. літературні джерела [1, с. 9 – 26, с. 70 - 75] , [2]. дистанційний курс «Безконтактні та комутаційні системи в електромеханіці» лекція 18, 19 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>

Практичні роботи

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<p>Вступне заняття. Інструктаж з правил безпеки та поведінки при виконанні лабораторних робіт. Особливості схем досліджень. Знайомство з лабораторними та демонстраційними стендами лабораторії</p> <p>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
2	<p>Лабораторна робота №1. Дослідження автоматичного вимикача. Знайомство з конструкцією автоматичного вимикача та додатковими пристроями. Експериментальне визначення основних параметрів та характеристик модульного автоматичного вимикача, визначення втрат на контактах вимикача.</p> <p>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
3	<p>Лабораторна робота №2. Дослідження диференційного автоматичного вимикача (ДАВ). Знайомство з конструкцією ДАВ. Перевірка працездатності, експериментальне визначення часу спрацьовування ДАВ від величини напруги живлення. Експериментальне визначення часу спрацьовування ДАВ від величини диференційного струму при номінальній напрузі. Вимір часу спрацьовування ДАВ при перевантаженні струму в робочому колі.</p> <p>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
4	<p>Лабораторна робота №3. Дослідження магнітного пускача(контактора) та теплового реле. Знайомство з конструкціями магнітного пускача(МП), додаткових контактів (ДК), теплового реле(РТ), реле напруги(РН), експериментальне дослідження часо-струмових характеристик РТ, визначення потужності втрат в обмотці МП. Експериментальне дослідження реле напруги при зміні напруги та асиметрії напруги живлення АД.</p> <p>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
5	<p>Лабораторна робота №4. Дослідження автоматичного вимикача захисту двигуна змінного струму. Знайомство з конструкціями автоматичного вимикача захисту двигуна змінного струму, додаткових пристроїв, експериментальне дослідження часо-струмових характеристик в залежності від струму уставки вимикача.</p> <p>дистанційний курс «Електричні комутаційні апарати низької напруги» https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=740</p>
6	<p>Електромашинно-вентильний перетворювач безконтактного асинхронізованого генератора на базі безпосереднього перетворювача частоти з природною комутацією</p> <p>1. Мета роботи</p> <p>1.1 Закріплення теоретичних знань по роботі електромашинно-вентильних перетворювачів (ЕМВП) безконтактних асинхронізованих машин (БАСМ) на базі безпосередніх перетворювачів частоти з природною комутацією (БПЧП).</p> <p>1.2 Отримання практичних навиків по дослідженню моделі трифазно-трифазного БПЧП БАСМ в програмі Micro-Cap.</p> <p>2. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень</p> <p>2.1 Ознайомлення з моделлю ЕМВП БАСМ на базі БПЧП в програмі Micro-Cap.</p> <p>2.2 Дослідження моделі БПЧП з комбінованим управлінням зустрічновключеними тиристорами при:</p> <p>а) комбінованому з'єднанні фаз джерела живлення, $f_u < f_i$, $\varphi_n = 30^\circ \div 80^\circ$;</p> <p>б) комбінованому з'єднанні фаз джерела живлення, $f_u < f_i$, $\varphi_n = 0^\circ \div 10^\circ$;</p> <p>в) з'єднанні фаз джерела живлення в одну точку, $f_u < f_i$, $\varphi_n = 30^\circ \div 80^\circ$;</p>

	<p>г) комбінованому з'єднанні фаз джерела живлення, $f_u > f_i$, $\varphi_n = 30^\circ \div 80^\circ$; 2.4 Оформлення висновків по роботі.</p>
7	<p>Діодно-транзисторний безпосередній перетворювач частоти зі штучною комутацією</p> <p>1. Мета роботи</p> <p>1.1 Закріпити теоретичні положення з питань: формування кривих вихідної напруги в ідеальних безпосередніх перетворювачах частоти зі штучною комутацією (БПЧШ) з однофазним та трифазним навантаженнями; формування кривих вихідної напруги в трифазно-трифазному діодно-транзисторному БПЧШ;</p> <p>1.2 Придбати практичні навички дослідження моделі електромашинно-вентильного пере-творювача (ЕМВП) асинхронізованої машини (АСМ) на базі діодно-транзисторного БПЧШ в програмі Micro-Cap.</p> <p>2. Програма проведення і опрацювання результатів досліджень</p> <p>2.1 Дослідження ідеального шестифазно-однофазного БПЧШ з різним співвідношенням частот джерела живлення та управління.</p> <p>2.2 Дослідження ідеального шестифазно-однофазного каскадного БПЧШ.</p> <p>2.3 Дослідження ідеального трифазно-трифазного БПЧШ.</p> <p>2.4 Ознайомлення зі схемою ЕМВП АСМ на базі діодно-транзистор-ног БПЧШ в програмі Micro-Cap, а також з текстовою частиною програми.</p> <p>2.5 Дослідження ЕМВП з різними параметрами захисних ланок.</p> <p>2.6 Оформлення висновків по роботі.</p>

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	8
2	Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на практичних заняттях	36
3	Аналіз додаткової літератури та виконання додаткових завдань	5
4	Вивчення програмних продуктів для роботи на практичних заняттях	4
5	Підготовка до МКР	16
6	Підготовка до заліку	24

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 лабораторних роботах.
- 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 гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- 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 інститутських олімпіадах з дисципліни «Електричні комутаційні апарати низької напруги», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання лабораторних робіт.

- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання практичних завдань передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів;
- 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 «Електричні комутаційні апарати низької напруги»;
- 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: експрес-опитування, МКР, розв'язання практичних задач

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 роботу на лабораторних та лекційних заняттях, модульний контроль, семестровий рейтинг більше 40 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

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

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

Експрес-опитування	Практичні роботи	МКР	Rc	Rзал	R
14	56	30	100	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал — 3. Максимальна кількість балів на всіх лекційних заняттях дорівнює: 7 балів*2 = 14 балів.

Критерії оцінювання:

- 7 балів — повна обґрунтована відповідь,
- 3...6 балів — недостатньо обґрунтована відповідь,
- 0...2 бали — немає або невірна відповідь

Практичні роботи

Ваговий бал — 8. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює: $8 \text{ балів} * 7 = 56 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

- 2 бали — підготовка до роботи,
- 2 бали — виконання практичної роботи,
- 4 бали — захист практичної роботи.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал — 15. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: $15 \text{ балів} * 2 = 30 \text{ балів}$. Критерії оцінювання:

- 15 балів - повна обґрунтована відповідь,
- 8 ... 10 балів - недостатньо обґрунтована відповідь,
- 6...7 балів - наявність 1- 2 помилок,
- 3 бали - необґрунтована відповідь з помилками.

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 – залік

Залікова робота складається із теоретичних запитань, виконаних в формі тестувань.

Критерії оцінювання заліку

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

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

Максимальний рейтинг заліку $R_z = 40$ балів.

Рейтинг заліку $R_z = 33 - 40$ 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 заліку $R_z = 25 - 32$ 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 заліку $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Призначення та принцип дії модульних АВ.
2. Основні конструктивні елементи модульного АВ типу ВА 47-29. Що таке DIN- рейка?
3. Основні технічні характеристики АВ.
4. Що таке номінальний та найбільший комутаційний струм АВ.
5. Часо-струмова характеристика АВ, та її типи.
6. Для яких видів споживачів застосовуються АВ з характеристиками В, С і D?
7. Які розчеплювачі здійснюють захист у зоні струмових перевантажень та коротких замикань? Механізм вільного розчеплення.
8. Яке додаткове обладнання існує для розширення функцій АВ?
9. Призначення модульних ДАВ.

10. Принцип дії модульних ДАВ.
11. Основні конструктивні елементи модульного ДАВ типу АД-12.
12. Основні технічні характеристики ДАВ.
13. Що таке номінальний та номінальний диференційний струм ДАВ?
14. Часо-струмова характеристика ДАВ.
15. Що таке апарати захисного відключення категорій А та АС?
16. Як здійснюється перевірка працездатності ДАВ.
17. Чим відрізняються ДАВ для захисту людини та захисту від пожеж?
18. Чим відрізняються апарати захисного відключення та ДАВ?
19. Призначення та принцип дії контакторів.
20. Призначення та принцип дії РН.
21. Призначення та принцип дії РТ.
22. Основні технічні характеристики контакторів.
23. Основні технічні характеристики РН.
24. Основні технічні характеристики РТ.
25. Часо-струмова характеристика РТ, та її типи.
26. Призначення та принцип дії модульних АВЗД
27. Основні конструктивні елементи модульного АВЗД типу ВА 2005. Що таке DIN-рейка?
28. Основні технічні характеристики АВЗД.
29. Що таке номінальний та найбільший комутаційний струм АВЗД.
30. Часо-струмова характеристика АВЗД.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИЗНАННЯ В КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри електромеханіки ФЕА, к.т.н. Коваленком М.А.

Ухвалено кафедрою електромеханіки ФЕА(протокол № від р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № від р.)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.