



Основи автоматизованого проектування електричних машин. Частина 1

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ (ELECTRIC MACHINES AND APPARATUS)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 годин / 3 кредити ECTS</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., доц. Цивінський Сергій Станіславович, 0984424965 Практичні: к.т.н., доц. Цивінський Сергій Станіславович, 0984424965</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Основи автоматизованого проектування електричних машин» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей використовувати основні закони електротехніки та електромеханіки при проектуванні електромеханічних перетворювачів енергії (ЕМПЕ); одержання теоретичних і практичних знань процесів електромеханічного перетворення енергії в електричних машинах та трансформаторах, які є основними джерелами та споживачами електричної енергії в сучасному енергетичному процесі; оцінювання параметрів та вплив їх на експлуатаційні властивості електричних машин та трансформаторів; проектування електричних машин та трансформаторів загального призначення; розрахунків вентиляційних, теплових та механічних процесів.

Предмет навчальної дисципліни – конструкція, принципи роботи, фізичні явища та процеси в електричних машинах; типові математичні методи дослідження електричних машин та трансформаторів; основні характеристики електричних машин та трансформаторів.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (ЗК1-10) Здатність застосовувати знання на практиці; Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій; Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; Здатність приймати обґрунтовані рішення; Готовність та здатність високоякісно виконувати роботу як самостійно так і колективно та приймати рішення в межах своїх професійних знань та компетенцій; Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня; Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. (ФК 2, 4-6, 10-13, 17) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням апарату вищої математики, загальної фізики та теоретичної електротехніки; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; Усвідомлення необхідності підвищення енергоефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; Готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах; Здатність ідентифікувати, одержувати й розміщати необхідні дані, планувати й проводити аналітичні і експериментальні дослідження та моделювання електричних машин і апаратів, критично оцінювати дані й робити висновки; Здатність ефективно використовувати нові технології в процесі модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричного транспорту, електричних пристроїв, систем та комплексів.

Знання: про основні закони електротехніки та електромеханіки, щодо основ проектування та послідовності проектування електричних машин та трансформаторів загального призначення; про фізичні явища та процеси в електричних машинах та трансформаторах, їх принципи роботи та конструктивні особливості; про розробку фізичних та математичних моделей електричних машин та трансформаторів, математичні методи розрахунку параметрів, характеристик та режимів роботи електричних машин та трансформаторів; про методи і основні правила експлуатації електричних машин та трансформаторів.

Уміння: проводити розрахунки електричних машин та трансформаторів загального призначення різних типів, використовувати основні закони електротехніки та електромеханіки при поясненні принципів функціонування електромеханічних перетворювачів енергії; використовувати математичні методи при розрахунку параметрів, характеристик та режимів роботи електричних машин та трансформаторів; вибору електричних машин та трансформаторів для конкретних умов їх експлуатації; виконувати типові розрахунки параметрів, характеристик та режимів роботи електричних машин і трансформаторів, аналізу та опису сталих та перехідних процесів в системах та мережах, в яких застосовуються електричні машини та трансформатори.

Досвід: аудиторної та самостійної роботи при засвоєнні нового матеріалу; використання набутих знань при розв'язанні задач типового характеру; самостійного виконання курсового проекту "Трифазний силовий трансформатор загального призначення".

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка», «Теоретичні основи електротехніки» та «Електричні машини». Дисципліна «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1», використовуючи відомі закони електротехніки, подає теорію проектування

електричних машин і трансформаторів. При вивченні конструкції та режимів роботи електричних машин та трансформаторів потрібні також знання з інженерної графіки, електротехнічних матеріалів, прикладної механіки, електроніки, основам метрології та електричним вимірюванням. Значну увагу приділено аналізу сфери застосування електричних машин та їх впливу на розвиток різноманітних галузей промисловості; передує вивченню дисциплін “Електричні мікромашини”, “Спеціальні електричні машини”, “Монтаж та наладка електромеханічних пристроїв”, “Випробування, експлуатація та ремонт електромеханічних пристроїв”, а також при виконанні бакалаврських і магістерських атестаційних робіт.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 2 розділи, а саме:

- 1. Основні питання теорії проектування ЕМПЕ**, до якого ввійшли питання: основні етапи проектуванні, стандартизація, визначення електромагнітної потужності, основних розмірів та електромагнітних навантажень, зв'язок електромагнітної (розрахункової) потужності з основними розмірами, електромагнітними навантаженнями та частотою обертання ЕМПЕ, розрахунок основних розмірів за допомогою сталих Арнольда, універсальної та практичних рекомендацій, геометрично подібний ряд
- 2. Проектування силових трансформаторів загального призначення**, до якого ввійшли питання про: вихідні дані для проектування, конструкція сучасних силових трансформаторів, розрахунок обмоток, розрахунок втрат і напруги к.з., механічна стійкість обмоток, магнітне коло, тепловий розрахунок, аналіз впливу окремих величин на показники трансформатора

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Проектування електромеханічних перетворювачів енергії. Трансформатори. Основи автоматизованого проектування електричних машин - 1 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електричні машини і апарати» / О.М. Давидов, С.С. Цивінський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 16 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 171 с.
2. Лябук М.Н. Розрахунок і конструювання силових трансформаторів. Навчальний посібник / М.Н. Лябук. – Луцьк. РВВ ЛДТУ, 2004. – 198 с.
3. Основи автоматизованого проектування електричних машин. Частина 1. Практичні заняття [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньою програмою «Електричні машини і апарати» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.В. Чумак, С.С. Цивінський. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,05 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022 - 50 с.
4. Дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1 КП» <https://do.ipk.kpi.ua>

Додаткові:

1. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОРМ Панов А. М., 2017. – 452 с.
2. Андрієнко В.М., Куєвда В.П. Електричні машини: Навч. Посіб. – К.: НУХТ, 2010. – 366 с.
3. Красніков В.М., Сулейманов В.М., Давидов О.М. Електричні машини. Електромеханічні перетворювачі енергії. – Київ, Норіта-плюс, 2007.

4. *Transformer Design Principles: With Applications to Core-Form Power Transformers*, Robert M. Del Vecchio, Bertrand Poulin, Pierre T. Feghali, Dilipkumar M. Shah, Rajendra Ahuja, CRC Press; 2nd edition, June 2, 2010, 636 pages, ISBN: 978-1439805824
5. *Power Transformer Design Practices*, Fang Zhu, Baitun Yang, CRC Press; 1st edition, March 22, 2021, 282 pages, ISBN: 978-0367418434

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.	<p>Мета і задачі дисципліни. Необхідність стандартизації. Стандартизація в Україні та в її електромашинобудуванні.</p> <p>літературні джерела [1] с.10, с.11</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 1 https://do.ipokpi.ua</p>
2.	<p>Основні етапи проектування ЕМПЕ. Головні вимоги до ЕМПЕ, що проектується.</p> <p>літературні джерела [1] с.13-16</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 2 https://do.ipokpi.ua/course/view.php?id=565</p>
3.	<p>Зв'язок розрахункової потужності ЕМПЕ з основними розмірами, електромагнітними навантаженнями та частотою мережі.</p> <p>літературні джерела [1] с.54 ; [3] с.8</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 3 https://do.ipokpi.ua/course/view.php?id=565</p>
4.	<p>Стала Арнольда для усіх ЕМПЕ. Універсальна машинна стала для трансформаторів.</p> <p>літературні джерела [1] с.58, 59; [3] с.13</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 4 https://do.ipokpi.ua</p>
5.	<p>Універсальні електромашинні сталі для машин постійного та змінного струмів.</p> <p>літературні джерела [1] с.58, 59; [3] с.13</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 5 https://do.ipokpi.ua</p>
6.	<p>Геометрично подібний ряд ЕМПЕ, визначення, можливість використання.</p> <p>літературні джерела [1] с.66; [3] с.13 [2] с.18</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 6 https://do.ipokpi.ua</p>
7.	<p>Вихідні данні для проектування, їх опис та числові значення.</p> <p>літературні джерела [1] с.40</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 7 https://do.ipokpi.ua</p>
8.	<p>Конструкції магнітної та обмоткової систем сучасних трансформаторів.</p> <p>літературні джерела [1] с.17-27</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 8 https://do.ipokpi.ua</p>
9.	<p>Конструкція допоміжних елементів. Ізоляція.</p> <p>літературні джерела [1], с.32, 36</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 9 https://do.ipokpi.ua</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
10.	Вибір основних розмірів. Методика проектування циліндричних обмоток. літературні джерела [1] с.80 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 10 https://do.ipr.kpi.ua
11.	Методика проектування гвинтових та неперервних спіральних котушкових обмоток. літературні джерела [1] с.84, 88 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 11 https://do.ipr.kpi.ua
12.	Розрахунок втрат і напруги к.з. літературні джерела [1] с.93 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 12 https://do.ipr.kpi.ua
13.	Фізична картина раптового к.з. Виникнення електродинамічних сил. літературні джерела [1] с.106 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 13 https://do.ipr.kpi.ua
14.	Напрями та розрахунки механічних (електродинамічних) сил, діючих на обмотки трансформатора. літературні джерела [1] с.106 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 14 https://do.ipr.kpi.ua
15.	Мета та послідовність розрахунку магнітного кола трансформатора. літературні джерела [1] с.123 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 15 https://do.ipr.kpi.ua
16.	Мета теплового розрахунку. Процес теплопередачі у трансформаторі. Перепад температур у обмотках. літературні джерела [1] с.140 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 16 https://do.ipr.kpi.ua
17.	Розрахунок розміру бака. Остаточний розрахунок перевищення температури обмоток над оточуючим повітрям. літературні джерела [1] с.147 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 17 https://do.ipr.kpi.ua
18.	Аналіз окремих чинників на експлуатаційні властивості трансформаторів. літературні джерела [1] с.154 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» лекція 18 https://do.ipr.kpi.ua

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1.	Вихідні дані для курсового проекту з трансформаторів. Вимоги до змісту та оформлення проекту згідно стандартам ЄСКД. Розв'язання задач з визначення фазних напруг та струмів, розрахункових потужностей за вихідними даними. літературні джерела [3] с.22 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» https://do.ipr.kpi.ua

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
2.	Розв'язання задач, які використовують вихідні дані ЕМРЕ для знаходження розрахункової потужності. літературні джерела [3] с.5 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» https://do.ipro.kpi.ua
3.	Розв'язання задач з використанням залежності розрахункової потужності від основних розмірів, електромагнітних навантажень та частоти обертання (мережі). Вплив окремих чинників на величину розрахункової потужності. літературні джерела [3] с.8 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» https://do.ipro.kpi.ua
4.	Визначення сталих Арнольда і універсальної. Межі змінення електромагнітних навантажень. Знаходження основних розмірів. літературні джерела [3] с.13 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» https://do.ipro.kpi.ua
5.	Використання теорії геометрично подібного ряду для практичних оцінок. літературні джерела [3] с.18 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» https://do.ipro.kpi.ua
6.	Розрахунок ЕРС витка та обмотки силового трансформатора. літературні джерела [3] с.27 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» https://do.ipro.kpi.ua
7.	Розрахунок основних розмірів та обмоток трансформатора. літературні джерела [3] с.27 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» https://do.ipro.kpi.ua
8.	Розрахунок втрат і напруг К.З. літературні джерела: [3] с.31 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» https://do.ipro.kpi.ua
9.	Оцінка механічної міцності обмоток. літературні джерела: [3] с.35 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-1» https://do.ipro.kpi.ua

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до аудиторних занять	10
2.	Розв'язок задач	10
3.	Підготовка до МКР	4
4.	Підготовка до заліку	12

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 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, участь у факультетських та інститутських 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: експрес-опитування, МКР, розв'язання задач

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 30 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;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання трьох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Розв'язання задач	МКР	Rc	Rзал	R
5	25	30	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

1 бали * 5 = 5 бали.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 1;

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –

5 бали * 5 = 25 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 5;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 3;

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з трьох частин:

Ваговий бал кожної частини МКР – 10.

Максимальний бал за МКР – 10*3=30.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання – 10 балів;
- часткове розв'язання, наявність незначних помилок – 5 балів;
- відсутність відповіді – 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 – залік

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань

Критерії оцінювання заліку

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 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 залікові 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. Мета та узагальнені етапи проектування. Задачі кожного етапу.

2. *Етапи розробки конструкторської документації.*
3. *Стандартизація. Історична довідка.*
4. *Стандартизація. Визначення, мета, об'єкти.*
5. *Форми стандартизації. Визначення стандарту і його категорії.*
6. *Стандартизація у електромашинобудуванні України. Поділ стандартів, пошук необхідних.*
7. *Головні вимоги до ЕМПЕ.*
8. *Електромагнітна потужність. Загальний вираз та вирази для різних типів електричних машин.*
9. *Основні розміри трансформаторів і обертових електричних машин.*
10. *Електромагнітні навантаження. Їх величини, розмірність та вплив на параметри ЕМПЕ.*
11. *Зв'язок електромагнітної потужності трансформатора з основними розмірами, електромагнітними навантаженнями і частотою мережі. Вивід залежності.*
12. *Зв'язок електромагнітної потужності машин постійного струму з основними розмірами, електромагнітними навантаженнями і частотою обертання. Вивід залежності.*
13. *Зв'язок електромагнітної потужності машин змінного струму з основними розмірами, електромагнітними навантаженнями і частотою обертання. Вивід залежності.*
14. *Загальні вирази для ЕРС та електромагнітних потужностей ЕМПЕ.*
15. *Електромашинні сталі. Огляд.*
16. *Стала Арнольда для ЕМПЕ. Діапазон змін.*
17. *Універсальна стала для трансформаторів. Вивід залежності.*
18. *Універсальна стала для електричних машин постійного струму. Вивід залежності.*
19. *Універсальна стала для електричних машин змінного струму. Вивід залежності.*
20. *Порівняння електромашинних сталей.*
21. *Визначення геометрично подібного ряду. Його використання і можливості.*
22. *Основні співвідношення геометрично подібного ряду.*
23. *Причини порушення закономірностей геометрично подібного ряду на практиці*
24. *Показати зміну ККД у геометрично подібному рядуі.*
25. *Показати зміну ковзання у геометрично подібному рядуі. Зробити висновок.*
26. *Загальні вихідні данні для проектування трансформатора. Обмежуючі вимоги. Межі відхилень.*
27. *Шкали потужностей, напруг і кількості фаз трансформаторів.*
28. *Характеристика можливих схем і груп з'єднання обмоток.*
29. *Величини струму і втрат неробочого ходу,*
30. *показники трансформатора. Межі відхилень.*
31. *Втрати і напруга КЗ. Вплив їх на експлуатаційні показники трансформатора. Межі відхилень.*
32. *Види і ступені регулювання напруги трансформатора. Особливості та схеми.*
33. *Системи охолодження. Види кліматичного виконання та розташування трансформаторів.*
34. *Визначення основних розмірів трансформатора.*
35. *Конструкції магнітних систем трансформаторів.*
36. *Конструкції обмоток трансформаторів.*
37. *Ізоляція у трансформаторів. Види. Конструкції.*
38. *Захист обмоток трансформаторів від перенапруг.*
39. *Конструкції та призначення елементів допоміжної системи.*
40. *Конструкції циліндрових обмоток.*
41. *Конструкції гвинтових обмоток. Призначення транспозиції.*
42. *Конструкції неперервних спіральних котушкових обмоток.*

43. *Методика розрахунків циліндрових обмоток.*
44. *Методика розрахунків гвинтових обмоток.*
45. *Методика розрахунків неперервних спіральних котушкових обмоток.*
46. *Основні втрати КЗ трансформаторів.*
47. *Додаткові втрати КЗ трансформаторів.*
48. *Розрахунок напруги КЗ трансформаторів.*
49. *Фізична картина КЗ трансформаторів.*
50. *Величина миттєвого найбільшого струму раптового КЗ трансформаторів.*
51. *Електродинамічні зусилля у трансформаторів.*
52. *Подати вивід виразу механічних зусиль у трансформаторів.*
53. *Дії щодо посилення механічної стійкості обмоток трансформаторів.*
54. *Оцінка теплового стану трансформатора при раптовому КЗ.*
55. *Мета теплового розрахунку трансформатора.*
56. *Марки сталей та плани шихтовки магнітного кола трансформаторів.*
57. *Розрахунки геометричних розмірів і маси магнітного кола трансформатора.*
58. *Розрахунок втрат неробочого ходу трансформатора.*
59. *Розрахунок струму неробочого ходу трансформатора.*
60. *Способи та процес теплопередачі у трансформаторі.*
61. *Розрахунок перевищення температур у середині та на поверхні обмоток трансформаторів.*
62. *Розрахунок розмірів баку трансформатора.*
63. *Тепловий розрахунок баку трансформатора.*
64. *Остаточний тепловий розрахунок баку трансформатора.*
65. *Вплив вихідних даних на діаметр стрижня.*
66. *Вплив величини індукції на розміри та параметри трансформатора.*
67. *Вплив величини лінійного навантаження на розміри та параметри трансформатора.*
68. *Аналіз впливу параметрів на показники неробочого ходу трансформатора.*
69. *Аналіз впливу параметрів на показники КЗ.*
70. *Аналіз шляхів забезпечення надійної роботи трансформатора.*
71. *Економічна оцінка спроектованого трансформатора.*
72. *Зміна вартості ЕМПЕ у геометрично подібному ряді.*
73. *Спосіб формування витків різних типів обмоток трансформаторів.*
74. *Вплив частоти мережі або обертання на техніко-економічні показники ЕМПЕ*
75. *Вплив розмірів каналу розсіювання на показники трансформатора.*

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., Цивінським С.С.

Ухвалено кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № 10 від 19.05.2023 р.)

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