



ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 – Електрична інженерія
Спеціальність	141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма	Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси
Статус дисципліни	За вибором
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	Всього 4 кредити ECTS / 120 годин; аудиторних – 72 години: лекції – 36 годин; практики – 18 годин; лабораторні роботи – 18 годин; самостійна робота – 48 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / МКР, РГР
Розклад занять	час і місце проведення аудиторних викладені на сайті rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор, Бойко Валерій Степанович, vsboiko@bigmir.net Практичні: д.т.н, професор, Бойко Валерій Степанович Лабораторні: ст.викл. Петрученко Олег Васильович, ovpetruchenko@gmail.com
Розміщення курсу	https://docs.google.com/document/d/13woy3A4Y6flo9otoDvIYsm2BQ7ylCgYsK5AHXD3-X-E/edit

Програма навчальної дисципліни

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

Курс «Енергоефективність процесів в електротехнологічних комплексах» (ЕПвЕК). Відомості про показники енергетичної ефективності. Потенціал енергозбереження та оцінка можливої економії енергетичних ресурсів. Характеристика об'єкта обстеження. Аналіз споживання енергетичних ресурсів за останні п'ять років і висновки про причини зміни обсягів споживання. Перелік і характеристики енергоспоживаючого обладнання. Аналіз джерел енерговитрат. Розробка переліку енергозберігаючих заходів та оцінка їх ефективності. Типові заходи з енергозбереження в котельнях, по електроприводах, в системах освітлення, в системах вентиляції і кондиціонування повітря, в системах опалення. Визначення економічної та екологічної ефективності енергозберігаючих заходів.

Метою навчальної дисципліни «Енергоефективність процесів в електротехнологічних комплексах» засвоєння студентами основ енергоефективності в різних секторах промисловості та

житлово-комунального господарства, а також методології комплексного техніко-економічного аналізу ефективності використання енергії при її виробництві, передачі та споживанні.

Завданнями вивчення дисципліни є:

- формування у студентів системи понять і уявлень про енергоефективність;
- формування системного розуміння про нормативно-правову базу енергоефективності;
- вивчення теоретичних основ складання енергетичних балансів;
- освоєння методів підвищення енергоефективності різних технологічних процесів;
- опанування навичками збору та обробки даних енергообстеження технологічних процесів;
- вироблення навичок розрахунку та техніко-економічного обґрунтування енергозберігаючих заходів;
- вивчення теоретичних та практичних питань технологій відновлюваної енергетики.

Предметом вивчення курсу ЕПвЕК є постановка і розв'язок задач теоретичного і прикладного характеру в галузі електротехніки та електроенергетики. Курс спрямований на формування знань і умінь по енергоефективним технологіям вироблення, перетворення, розподілу і споживання електричної енергії ознайомлення з основними конструкціями і принципом дії сучасних енергоефективних енергетичних установок.

В результаті вивчення курсу ЕПвЕК студент повинен отримати:

фахові компетентності:

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами

метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами

виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

K18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони

праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

K24. Здатність вирішувати задачі задоволення потреб виробництва в електроенергії різних видів та параметрів, а також для ефективного керування її розподіленням та підвищенням енергоефективності за допомогою пристроїв силової електроніки та перетворювальної техніки.

програмні результати навчання:

ПРО2. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПРО4. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

ПРО5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРО7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПРО9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПРО10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПРО12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПРО13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

ПРО16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПРО19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПРО24. Знати і розуміти принципи роботи силової перетворювальної техніки для динамічного та статичного трансформування електричної енергії в електротехнологічних установках.

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

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою. Дисципліна «Енергоефективність процесів в електротехнологічних комплексах» є базовою дисципліною в структурі освітньої програми.

Для вивчення дисципліни ЕПВЕК необхідно засвоєння перерахованих нижче розділів з курсів вищої математики і фізики.

Вища математика:

- математичний аналіз: функція, наближені обчислення, межа і безперервність, розкриття невизначеностей;
- лінійна алгебра: матриці і дії з ними, рішення алгебраїчних рівнянь, лінійні залежності і перетворення, власні вектори лінійного перетворення, рівняння ліній, умови паралельності та перпендикулярності, комплексні числа і дії з ними;
- диференціальне й інтегральне числення: диференціювання та інтегрування, рішення звичайних диференціальних рівнянь, рішення однорідних і неоднорідних диференціальних рівнянь, рівняння в частинних похідних і їх рішення, чисельні методи рішення на ЕОМ, ряди Фур'є;
- операційне числення: пряме і зворотне перетворення Лапласа, теорема розкладання;
- векторна алгебра: системи координат, їх взаємозв'язок, операції дивергенція, градієнт, ротор, оператор Набла, операції подвійного диференціювання, поверхневі та об'ємні інтеграли, рівняння Пуассона, Лапласа та ін. в інтегральній та диференціальній формах.

фізика:

- термінологія і фізичний зміст електротехнічних величин (струм, напруга, ЕРС, потенціал і т. д.); закони електромагнітної індукції, Кулона, Біо-Савара-Лапласа; одиниці вимірювання

електричних величин, визначення напрямку векторних величин електричного поля, механічні прояви електричного і магнітного полів, взаємодія провідників зі струмами в магнітному полі, закон Джоуля - Ленца, баланс потужностей, принципи безперервності струму і магнітного потоку, закони Ома і Кірхгофа, закон повного струму, обчислення еквівалентних опорів при послідовно-паралельному з'єднанні елементів; термоелектричні явища, принцип дії електронних і напівпровідникових приладів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Актуальність проблеми та основні завдання по підвищенню енергоефективності електротехнологічних комплексів

Тема 1.1. Енергія, енергетика та енергоефективність.

Енергетичні «пороги» та енергетичні епохи. Теорія технологічних укладів у світовій економіці. Визначення поняття енергія. Ентропія. Види енергії. Первинна енергія.

Тема 1.2. Енергетичні ресурси. Ефективність використання енергії.

Види енергоресурсів. Енергія і навколишнє середовище. Зміна концепції спілкування людства з навколишнім середовищем. Необхідність масового впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Деякі особливості енергоспоживання в Україні.

Розділ 2. Енергетичне господарство України.

Тема 2.1. Енергетичне господарство України. Правові основи взаємовідносин учасників енергоринку України.

Світова практика нормування енергозбереження. Структура енергетичного господарства України. Основні схеми передачі енергоресурсів від виробника до споживача. Основні споживачі енергії та енергоресурсів. Державні нормативні акти регулювання енергетичного ринку. Державний контроль за використанням енергоресурсів. Державне підкріплення мотивації учасників енергетичного ринку. Розробка схем передачі енергоресурсів на підприємстві, в установі. Правила користування різними видами енергії та енергоресурсів: електроенергією, тепловою енергією, газом, іншими енергоресурсами. Порядок укладання договорів на використання енергоресурсів, їх зміст та особливості. Оформлення договорів на постачання енергоресурсів для підприємства, установи: електроенергії, газу теплової енергії, води.

Тема 2.2. Організаційно-технічні основи забезпечення підприємств енергоресурсами.

Структура технічних засобів енергозабезпечення технологічних процесів, підприємств. Організаційна структура ланки підприємства, установи, відповідальної за енергозабезпечення. Енергетичний персонал підприємств, установ, ремонтний персонал. Організація ремонту та обслуговування енергетичного устаткування. Права та обов'язки персоналу. Робота з персоналом, атестація та навчання персоналу. Організація праці, її нормування, заробітна плата. Розробка переліку функціональних обов'язків персоналу. Розроблення організаційної структури енергетичного підрозділу підприємства.

Тема 2.3. Організація обліку споживання енергоресурсів у технологічних процесах підприємств.

Юридичне оформлення відповідальних за споживання та облік енергоресурсів у технологічних процесах на підприємствах, установах. Технічні засоби обліку енергоресурсів (енергоспоживання), вимоги до їх конструкції та технічного стану, умов монтажу. Повірка приладів обліку енергоспоживання. Порядок документування та оформлення результатів обліку енергоресурсів на підприємствах, в установах. Визначення меж розподілу відповідальності постачальника та споживача енергоресурсу. Метрологічні аспекти системи обліку енергоресурсів.

Розділ 3. Наукові основи вирішення проблеми енергоефективності електротехнологічних комплексів.

Тема 3.1. Енергетичні закони , закономірності, правила.

Деякі питання з теорії електромагнітного поля. Теорема Умова-Пойнтінга, вектор Пойнтінга. Правила термодинаміки. Енергетичні закони і правила. Потужності при синусоїдних та несинусоїдних енергетичних процесах. Методи визначення складових повної і миттєвої потужності. Потужність у колах з періодичними несинусоїдними струмами та напругами. Класичний метод. Концепція К. Будяну. Концепція С. Фрізе. Проблеми вищих гармонік в сучасних системах електроживлення. Ефекти, викликані вищими гармоніками напруги і струму.

Тема 3.2. Енергетика та енергоефективність трифазних систем.

Аналіз процесів у різних режимах роботи. Потужність трифазних систем. Вплив несиметрії та вищих гармонік на енергетичні показники трифазних систем. Способи придушення гармонік струму і напруги в системах електроживлення. Включення лінійних дроселів. Застосування пасивних фільтрів. Застосування силових активних фільтрів. Застосування активних кондиціонерів гармонік. Вимоги до ефективного використання технічних засобів покращення якості електроживлення технологічних споживачів.

Тема 3.3. Сучасні теорії миттєвої потужності.

Сутність крос-векторної теорії миттєвої потужності. Система просторових координат, що застосовується. Вектори миттєвого активного та реактивного струму. Миттєві активна та реактивна потужності трифазної системи. Основи теорії $p-q-0$ та $p-q-r$ миттєвих потужностей. Перетворення систем координат при побудові систем корекції потужності. Пряме перетворення Кларка. Миттєва потужність нульової послідовності, миттєві активна і реактивна потужності. Алгоритм функціонування системи керування активним фільтром на основі прямого і зворотного перетворення Кларка. Особливості застосування теорії миттєвих потужностей для трифазних чотирипровідних систем.

Розділ 4. Енергозбереження на підприємствах різних галузей промисловості

Тема 4.1. Основні положення енергоаудиту.

Основні положення енергоаудиту. Оцінка потенціалу енергозбереження. Створення баз даних. Організація обліку споживання енергоресурсів. Розробка та впровадження заходів щодо скорочення споживання ПЕР. Економія ПЕР шляхом удосконалення енергопостачання. Економія ПЕР шляхом удосконалення енерговикористання.

Тема 4.2. Основні напрямки зниження витрат енергоресурсів в енергоспоживальних установках.

Показники використання енергоресурсів в енергоспоживальних установках. Електротермічні процеси. Силові електроспоживачі: установки для вироблення стисненого повітря; насосні установки; вентиляційні установки; верстатне обладнання; ковальсько-пресове обладнання.

Тема 4.3. Способи та обладнання для утилізації скидної теплоти.

Потенційні можливості утилізації скидної теплоти. Рекуператори та регенератори. Котли-утилізатори та теплові труби. Теплові насоси.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. – К.: ІВЦ "Видавництво "Політехніка", 2019. – 232 с.

2. Варламов Г. Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетика та екологія: Підручник. – Х.: Вид-во САГА, 2018. – 234 с.
3. Самойленко І.О. Енергетичний менеджмент та енергоефективність: Підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка/І.О. Самойленко, О.Г. Гриб, А.О. Запорожець, та ін. – Харків, ФОП Бровін О.В., 2020. – 348 с.
4. Дзядикевич, Ю. В. Зарубіжний досвід у сфері енергозбереження [Текст] / Ю. В.Дзядикевич, І. В. Любезна, В. В. Градовий // Інноваційна економіка. – 2019. – №1-2. – С. 167-175.
5. Завитій Ольга. Теоретико-організаційні основи проведення енергетичного аудиту в Україні. Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації. 2020 Випуск 3-4 с.21-27.
6. Пришляк, Н. В. Розвиток біоенергетики як складова забезпечення енергетичної безпеки України [Текст] / Н. В. Пришляк, В. Л. Курило, В. М. Пришляк // Економіка та держава. – 2020. – № 4. – С. 146-155.

Державні стандарти

7. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.
8. ДСТУ 2815-94 Електричні та магнітні кола та пристрої.
9. ДСТУ 3120-95 Електротехніка. Літерні позначення основних величин.

Додаткова література:

10. Бойко В.С., Бойко В.В., Видолуб Ю.Ф. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т.1: Усталені режими лінійних електричних кіл ізосередженими параметрами. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. – 241с.
11. В.М. Михальський, В.М. Соболев, В.В. Чопик, І.А. Шаповал Стратегія мінімізації небажаних складових миттєвої потужності із застосуванням різних топологій паралельних активних фільтрів // Техн. електродинаміка. – 2014. – № 1. – С. 41-50.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Актуальність проблеми та основні завдання по підвищенню енергоефективності електротехнологічних комплексів	
1.	Енергія, енергетика та енергоефективність. Енергетичні «пороги» та енергетичні епохи. Теорія технологічних укладів у світовій економіці. Визначення поняття енергія. Ентропія. Види енергії. Первинна енергія.
2.	Споживання енергетичних ресурсів. Енергетичні ресурси. Види енергоресурсів: вугілля, газ, нафта, водень.
3.	Ефективність використання енергії. Необхідність масового впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Чинники, що впливають на енергоспоживання. Деякі особливості енергоспоживання в Україні.
4.	Енергія і навколишнє природне середовище. Вчення Вернадського про біосферу. Зміна концепції спілкування людства з навколишнім середовищем. Особливості сталого розвитку.
Розділ 2. Енергетичне господарство України.	
5.	Практика нормування енергозбереження. Структура енергетичного господарства України. Основні схеми передачі енергоресурсів від виробника до споживача. Основні споживачі енергії та енергоресурсів. Державні нормативні акти регулювання енергетичного ринку. Державний контроль за використанням енергоресурсів. Державне підкріплення мотивації

	учасників енергетичного ринку. Правила користування різними видами енергії та енергоресурсів: електроенергією, тепловою енергією, газом, іншими енергоресурсами.
6.	Організаційно-технічні основи забезпечення підприємств енергоресурсами. Структура технічних засобів енергозабезпечення технологічних процесів, підприємств. Організаційна структура ланки підприємства, установи, відповідальної за енергозабезпечення.
7.	Організація праці, її нормування, заробітна плата. Розробка переліку функціональних обов'язків персоналу. Розроблення організаційної структури енергетичного підрозділу підприємства.
8.	Організація обліку споживання енергоресурсів у технологічних процесах підприємств. Юридичне оформлення відповідальних за споживання та облік енергоресурсів у технологічних процесах на підприємствах, установах. Технічні засоби обліку енергоресурсів (енергоспоживання), вимоги до їх конструкції та технічного стану, умов монтажу. Повірка приладів обліку енергоспоживання. Визначення меж розподілу відповідальності постачальника та споживача енергоресурсу. Метрологічні аспекти системи обліку енергоресурсів.
Розділ 3. Наукові основи вирішення проблеми енергоефективності електротехнологічних комплексів	
9.	Закономірності споживання енергії. Енергетичні закони, закономірності, правила. Деякі питання з теорії електромагнітного поля. Правила термодинаміки. Енергетичні закони і правила. Потужності при синусоїдних та несинусоїдних енергетичних процесах.
10.	Баланс енергій в електричних колах. Методи визначення складових повної і миттєвої потужності. Потужність у колах з періодичними несинусоїдними струмами та напругами. Класичний метод. Концепція К. Будяну. Концепція С. Фрізе. Проблеми вищих гармонік в сучасних системах електроживлення. Ефекти, викликані вищими гармоніками напруги і струму.
11.	Енергетика та енергоефективність трифазних систем. Аналіз процесів у різних режимах роботи. Потужність трифазних систем. Вплив несиметрії та вищих гармонік на енергетичні показники трифазних систем.
12.	Енергетика та енергоефективність трифазних систем. Способи придушення гармонік струму і напруги в системах електроживлення. Включення лінійних дроселів. Застосування пасивних фільтрів. Застосування силових активних фільтрів. Застосування активних кондиціонерів гармонік. Вимоги до ефективного використання технічних засобів покращення якості електроживлення технологічних споживачів.
13.	Сучасні теорії миттєвої потужності. Сутність крос-векторної теорії миттєвої потужності. Система просторових координат, що застосовується. Вектори миттєвого активного та реактивного струму. Миттєві активна та реактивна потужність трифазної системи. Основи теорії p-q-0 та p-q-r миттєвих потужностей.
14.	Сучасні теорії миттєвої потужності. Перетворення систем координат при побудові систем корекції потужності. Пряме перетворення Кларка. Миттєва потужність нульової послідовності, миттєві активна і реактивна потужності. Алгоритм функціонування системи керування активним фільтром на основі прямого і зворотного перетворення Кларка. Особливості застосування теорії миттєвих потужностей для трифазних чотирипровідних систем.
15.	Енергетичні процеси в сучасних системах електроживлення. Аналіз процесів у симетричних трифазних системах при гармонічних режимах роботи. Аналіз процесів у несиметричних трифазних системах при гармонічних режимах роботи. Аналіз процесів у симетричних трифазних системах при несинусоїдних режимах роботи.
Розділ 4. Енергозбереження на підприємствах різних галузей промисловості	
16.	Основні положення енергоаудиту. Оцінка потенціалу енергозбереження. Створення баз даних. Організація обліку споживання енергоресурсів. Розробка та впровадження заходів

	щодо скорочення споживання ПЕР. Економія ПЕР шляхом удосконалення енергопостачання. Економія ПЕР шляхом удосконалення енерговикористання.
17.	Основні напрямки зниження витрат енергоресурсів в енергоспоживальних установках. Показники використання енергоресурсів в енергоспоживальних установках. Електротермічні процеси. Силкові електроспоживачі: установки для вироблення стисненого повітря; насосні установки; вентиляційні установки; верстатне обладнання; ковальсько-пресове обладнання.
18.	Способи та обладнання для утилізації скидної теплоти. Потенційні можливості утилізації скидної теплоти. Рекуператори та регенератори. Котли-утилізатори та теплові труби. Теплові насоси.

Практичні заняття

Розділ 1. Основні завдання по підвищенню енергоефективності електротехнологічних комплексів	
1.	Термінологія та визначення основних понять по енергозбереженню та енергоефективності
Розділ 2. Нормативно-правова база енергозбереження в Україні.	
2.	Закон України про енергозбереження
Розділ 3. Наукові основи вирішення проблеми енергоефективності електротехнологічних комплексів	
3.	Розрахунок та вимірювання потужності електричного кола. Розрахунок симетричних трифазних кіл.
4.	Розрахунок несиметричних трифазних кіл.
5.	Вищі гармоніки в трифазних колах. Роль нульового проводу.
6.	Модульна контрольна робота
Розділ 4. Енергозберігаючі технології	
7.	Метод симетричних складових.
8.	Сталий розвиток та пом'якшення клімату.
9.	Енергетичний аудит, енергетичний менеджмент та енергетична безпека.

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. год
1.	Основи енергозбереження.	3
2.	Розробка енергозберігаючих заходів.	3
3.	Вимірювання показників якості електричної енергії, перегляд і оформлення результатів цих вимірювань за допомогою електричного аналізатора.	3
4.	Підвищення енергоефективності розподільної електричної мережі з одностороннім живленням шляхом поперечної компенсації реактивної потужності навантаження.	3
5.	Підвищення енергоефективності розподільної електричної мережі з одностороннім живленням шляхом поздовжньої компенсації реактивної потужності навантаження.	3

6.	Мотивація персоналу в області підвищення енергетичної ефективності.	3
----	---	---

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до практичних занять
2	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;
 - написання МКР;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, 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 та повторне написання МКР передбачають зменшення максимального балу зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід до 75 %. Мінімальний бал не змінюється.
 - Якщо студент не з'явиться на МКР, його результат оцінюється у 0 балів.
 - Перескладання захисту лабораторних робіт 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, 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: експрес-опитування, МКР, лабораторні роботи.

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт та не менше 31 балу поточної успішності.

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

- самостійну роботу над текстом лекцій;
- виконання завдань на практичних заняттях;
- виконання та захист шести лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Опрацювання лекцій	Виконання завдань	Лаб. роботи	РГР	МКР	R _{зал}
9	9	30		12	40

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 0,25.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 0,25 бали * 36 = 9 балів.

Мінімальна кількість балів на всіх лекціях – 0,25 бали * 36 * 30% = 3 бали.

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 0,5.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 0,5 бали * 18 = 9 балів.

Мінімальна кількість балів на практичних заняттях – 0,5 бали * 18 * 60% = 5,4 бали.

Критерії оцінювання

- вільне володіння темою заняття, розв'язування задачі з отриманням кінцевого результату; вміння перевірити правильність розрахунку – $(0,9..1) * 0,5$ бали;
- вільне володіння темою заняття, правильне розв'язування задачі без обчислення кінцевого результату – $(0,89..0,75) * 0,5$ балів ;
- часткове володіння темою заняття, представлення розв'язку задачі у символічному вигляді, або з незначними помилками – $(0,74..0,6) * 0,5$ балів;
- присутність на практичному занятті, пасивна участь у роботі – 0 балів.

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 5 бали * 6 = 30 балів.

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 5 бали * 6 * 60% = 18 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 – $(0,9..1) * 5$ 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, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота виконується за темою "Розрахунок трифазного кола з несинусоїдними струмами і напругами". Завдання складається з однієї задачі.

Ваговий бал МКР – 12 балів.

Максимальний бал за МКР – $1 * 12 = 12$ балів;

Мінімальний бал за МКР – $0,6 * 12 = 7,2$ балів.

Критерії оцінювання

- вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм – $(0,9..1) * 12$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язання, перевірка отриманих результатів, відсутність вказаних в умові діаграм – $(0,89..0,75) * 12$ балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, відсутність перевірки отриманих результатів та вказаних в умові діаграм – $(0,74..0,6) * 12$ балів;
- 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.

Форма семестрового контролю – залік

Залікова робота складається з трьох завдань.

Кожне завдання включає задачу, з вимогою детального опису теорії, яка застосовується для аналізу заданого кола та двох теоретичних питань з різних розділів курсу.

Критерії оцінювання залікового завдання

Максимальний рейтинг залікового завдання - 40 балів.

Рейтинг залікового завдання 38 – 40 балів – студент правильно розв'язав задачу та здійснив якісне їх оформлення, дав чіткі визначення всіх понять і величин з теоретичних питань, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг залікового завдання 34 – 37 балів – студент правильно розв'язав задачу та здійснив якісне їх оформлення, дав чіткі визначення всіх понять і величин з теоретичних питань, та неповне обґрунтування теоретичного аналізу, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг залікового завдання 30 – 33 балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; дав чіткі визначення всіх понять і величин та часткове теоретичне обґрунтування аналізу, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг залікового завдання 26 – 29 балів – студент частково відповідає на залікові питання, знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє суть аналізу заданих кіл

Рейтинг екзаменаційного завдання 24 – 25 балів – студент частково відповідає на залікові питання, показує знання основних понять і величин дисципліни, але недостатньо розуміє суть порядку аналізу заданих кіл. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг залікового завдання 0 – 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. Остаточний рейтинг студента складає сума балів отриманих за семестр та залікову роботу.

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

Увага! Залікова робота не є обов'язковою для усіх студентів. Студент, який протягом семестру проявляв активність, своєчасно виконував завдання, передбачені робочою програмою, набув ґрунтовні знання і отримав високі бали поточної успішності, **за пропозицією викладача** може отримати остаточну залікову оцінку, виходячи з результатів поточної успішності.

Для студентів, які набрали протягом семестру 38-31 балів поточної успішності і повністю виконали навчальний план, виконання залікової роботи є обов'язковим.

Студенти, які набрали протягом семестру 30 балів поточної успішності і менше, та не виконали навчальний план, до складення заліку не допускаються.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (як додаток 1 до силабусу)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор кафедри теоретичної електротехніки, д.т.н, професор, Бойко Валерій Степанович

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 18 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 6 від 27.06.2025)