



ВИМІРЮВАННЯ ВИСОКИХ НАПРУГ І ВЕЛИКИХ СТРУМІВ

Силабус освітнього компонента

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський професійний)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 5 кредитів ECTS / 150 годин; аудиторних – 72 год: лекції – 36 годин; лабораторні заняття – 36 годин; самостійна робота – 78 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР, захист лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i>1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 1 лабораторна робота (4 години) 1 раз на тиждень.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., Гаран Ярослав Олександрович, y.garan@kpi.ua Лабораторні: к.т.н., Гаран Ярослав Олександрович, y.garan@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NTI3MTY4MTYwNDQx?cjc=pl4ni7q</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Вимірювання високих напруг і великих струмів» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою дисципліни є закріплення і конкретизація знань з методів вимірювання високих напруг і великих струмів, будови високовольтного вимірювального обладнання та визначення характеристик такого обладнання, а також формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:

Компетентності:

- ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ФК11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.
- ФК16. Здатність забезпечувати електромагнітну сумісність систем керування та впроваджувати заходи обмеження небезпечних перенапруг на елементах високовольтної ізоляції електричних мереж станцій та підстанцій.

ФК17. Здатність проектувати та розробляти випробні та спеціалізовані високовольтні трансформатори та генератори постійної високої напруги, ємнісні високовольтні генератори імпульсних напруг та імпульсних струмів.

Предметом вивчення дисципліни є будова, принципи роботи високовольтного вимірювального обладнання, методи вимірювання високих напруг і великих струмів.

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

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

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

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

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

Дисципліна «Вимірювання високих напруг і великих струмів» є допоміжною для спеціальних електротехнічних дисциплін, в яких вивчають електротехнічне обладнання та його застосування в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. Дисципліна належить до вибіркових дисциплін і вивчається студентами в 2 семестрі навчання за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньо-професійної програми підготовки магістра «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси». Ця дисципліна сприяє формуванню у студентів додаткових понять, вмінь та навичок стосовно теоретичних основ функціонування високовольтного вимірювального обладнання та методів його застосування для вимірювань високих напруг і великих струмів. Зокрема,

Здатність:

- пов'язувати фізичні процеси, які відбуваються під час експлуатації високовольтного вимірювального обладнання, з фізичними явищами та математичними співвідношеннями, які описують відповідні процеси;

- розраховувати параметри високовольтного вимірювального обладнання за різних режимів їх роботи та у відповідності до діючих нормативних документів;

- обирати високовольтне вимірювальне обладнання у відповідності до умов експлуатації та необхідної точності вимірювань;

- користуватися термінологією високовольтних вимірювань, розуміти відповідні схеми та методики вимірювань, використовувати результати експериментальних досліджень для визначення характеристик вимірювального обладнання.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- базових понять про будову, типи та електрофізичні процеси, що відбуваються у високовольтному вимірювальному обладнанні;

- закономірностей електромагнітної взаємодії між елементами високовольтного вимірювального обладнання;

- закономірностей впливу теплових процесів на точність масштабного перетворення високих напруг та великих струмів;

- закономірностей впливу паразитних розподілених реактивних складових опорів у схемах заміщення високовольтного вимірювального обладнання;

- базових понять про методи вимірювань високих напруг і великих струмів за різної форми вхідного вимірювального сигналу;
- правил безпечного користування високовольтним вимірювальним обладнанням;
- класифікації типів високовольтного вимірювального обладнання;
- методів дослідження амплітудно-частотних характеристик високовольтних масштабних перетворювачів напруги і струму;

уміння:

- розраховувати амплітудно-частотні характеристики високовольтного вимірювального обладнання;
- розраховувати параметри високовольтних масштабних перетворювачів напруг і струмів на етапі проектування;
- розраховувати параметри високовольтної ізоляції відповідних масштабних перетворювачів напруги і струму;
- розраховувати вплив паразитних ємностей і індуктивностей на точність масштабного перетворення напруг і струмів;
- проводити високовольтні вимірювання напруг і струмів за допомогою існуючих типів масштабних перетворювачів;
- проводити дослідження амплітудно-частотних характеристик високовольтного вимірювального обладнання;
- узгоджувати типові низьковольтні вимірювальні та реєструючі пристрої і кабельні з'єднання з вторинними колами високовольтних масштабних перетворювачів напруги і струму;
- застосовувати правила техніки безпеки при експлуатації високовольтного вимірювального обладнання.

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 «Вимірювання високих напруг і великих струмів» є допоміжною дисципліною в структурі освітньої програми.

Дисципліна «Вимірювання високих напруг і великих струмів» входить до циклу вибірових дисциплін і безпосередньо пов'язана з іншими дисциплінами навчальних планів вказаного напрямку.

Вивчення дисципліни базується на знаннях, одержаних в дисциплінах: «Техніка високих напруг», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Теоретичні основи електротехніки», «Ізоляція електротехнічного обладнання», «Діагностування стану електротехнічного обладнання», «Електричні апарати».

Дисципліна «Вимірювання високих напруг і великих струмів» є допоміжною для вивчення дисциплін «Установки і процеси електрофізичної технології», «Високовольтні випробувальні установки», а також для практики студента.

3. Зміст навчальної дисципліни

Освітній компонент «Вимірювання високих напруг і великих струмів»

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

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

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

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

1.2.1. Високовольтні резистори та подільники напруги.

1.2.2. Електростатичні вольтметри.

Тема 1.3. Вимірювання діючого значення змінної високої напруги.

1.3.1. Додаткові конденсатори та ємнісні подільники напруги

1.3.2. Ємнісні трансформатори напруги

1.3.3. Індуктивні трансформатори напруги.

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

1.4.1. Вимірювання максимального значення напруги по Хубу та Фортеске.

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

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

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

Тема 1.6. Абсолютні вимірювання напруги.

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

Тема 2.1. Вимірювальні ланцюги та їх передавальні характеристики.

2.1.1. Визначення передавальних характеристик шляхом вимірювання частотних характеристик

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

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

2.1.4. Час наростання та час реакції на прямокутний імпульс

2.1.5. Визначення похибок вимірювання максимального значення зрізаного на фронті імпульса

2.1.6. Обернений вплив подільника напруги на джерело високої напруги

Тема 2.2. Омичні подільники напруги.

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

2.2.2. Омичний подільник напруги з урахування розподілених індуктивностей та ємностей

Тема 2.3. Ємнісні подільники напруги

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

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

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

2.3.4. Плече низької напруги ємнісного подільника напруги

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

Розділ 3. Вимірювання великих імпульсних струмів

Тема 3.1. Шунти

3.1.1. Конструкції шунтів

3.1.2. Визначення характеристик шунтів

Тема 3.2. Пояс Роговського

3.2.1. Конструкції поясу Роговського та його характеристики

Тема 3.3. Застосування ефекту Холла в пристроях вимірювання великих струмів

3.3.1. Конструкції датчиків на основі ефекту Холла

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Основна література

1. Вимірювання високих напруг і великих струмів / Навчальний посібник для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації

«Техніка та електрофізика високих напруг» // Укладачі: Бржезицький В. О., Проценко О. Р., Лапоша М. Ю. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 133 с.

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

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

4. СОУ-Н ЕЕ 43.101:2009. Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел. Норми оцінювання якості. (Діючий на 2025 р.)

4.2. Додаткова література

5. Schon K. High Voltage Measurement Techniques. Cham : Springer International Publishing, 2019. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-21770-9>.

6. Schon K. High Impulse Voltage and Current Measurement Techniques. Heidelberg : Springer International Publishing, 2013. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-00378-8>.

7. Kuffel E. High Voltage Engineering Fundamentals. Elsevier, 2000. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-7506-3634-6.x5000-x>.

8. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 (Діючий на 2025 р.) Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки., ДП НТУКЦ «АсЕл-Енерго», Київ, 2007. (Нормативний документ Міністерства палива та енергетики України).

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

10. Adolf J. Schwab. Hochspannungs messtechnik mexxgerate und messverfahren. Springer – Verlag, Heidelberg. 1981.

11. M. Beyer, W. Boeck, K. Moller, W. Zaengel. Hochspannungstechnik. Theoretische und praktische grundlagen. Springer – Verlag, Heidelberg. 1986.

12. Partial discharge measurements. IEC, Doc. 60270, Geneva, 1999.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
	Розділ 1. Вимірювання високих постійних, імпульсних напруг, максимального та діючого значення змінної напруги.
1	Тема 1.1. Вимірювання максимальних значень постійних, імпульсних та змінних напруг за допомогою розрядників Лекція №1. Кульові розрядники. Розрядники з однорідним полем. Стрижневі розрядники.
2	Тема 1.2. Вимірювання високої постійної напруги та діючого значення змінної напруги. Лекція №2. Високовольтні резистори та подільники напруги.
3	Лекція №3. Електростатичні вольтметри.
4	Тема 1.3. Вимірювання діючого значення змінної високої напруги. Лекція 4. Додаткові конденсатори та ємнісні подільники напруги Ємнісні трансформатори напруги. Індуктивні трансформатори напруги.
5	Тема 1.4. Вимірювання максимальних значень змінних та імпульсних високих напруг. Лекція 5. Вимірювання максимального значення напруги по Хубу та Фортеске. Пристрої для вимірювання максимальних значень напруги із застосуванням подільників.
6	

	Лекція 6. Пристрої для вимірювання імпульсних напруг із застосуванням подільників напруги.
7	Тема 1.5. Вимірювання високих постійних напруг та миттєвих значень змінної напруги роторними кіловольтметрами. Лекція 7. Вимірювання високих постійних напруг та миттєвих значень змінної напруги роторними кіловольтметрами
8	Тема 1.6. Абсолютні вимірювання напруги. Лекція 8. Абсолютні вимірювання напруги.
	Розділ 2. Вимірювання високих імпульсних напруг за допомогою подільників напруги.
9	Тема 2.1. Вимірювальні кола та їх передавальні характеристики. Лекція 9. Визначення передавальних характеристик шляхом вимірювання частотних характеристик. Визначення передавальних характеристик шляхом вимірювання реакції системи на прямокутний імпульс.
10	Лекція 10. Імпульсні генератори в схемах вимірювання реакції системи на прямокутний імпульс. Час наростання та час реакції на прямокутний імпульс. Визначення похибок вимірювання максимального значення зрізаного на фронті імпульса. Обернений вплив подільника напруги на джерело високої напруги.
11	Тема 2.2. Омичні подільники напруги. Лекція 11. Омичний подільник напруги з паралельним з'єднанням елементів та без урахування паразитних індуктивностей та ємностей. Омичний подільник напруги з урахування розподілених індуктивностей та ємностей.
12	Тема 2.3. Ємнісні подільники напруги Лекція 12. Ємнісний подільник напруги та вплив елементів його підключення на характеристики
13	Лекція 13. Ємнісний подільник напруги з зосередженою ємністю на стороні високої напруги. Ємнісний подільник напруги з роззосередженими ємностями на стороні високої напруги.
14	Лекція 14. Плече низької напруги ємнісного подільника напруги. Узгодження кабелю в плечі низької напруги ємнісного подільника напруги.
	Розділ 3. Вимірювання великих імпульсних струмів
15	Тема 3.1. Шунти Лекція 15. Конструкції шунтів.
16	Лекція 16. Визначення характеристик шунтів.
17	Тема 3.2. Пояс Роговського. Лекція 17. Конструкції поясу Роговського та його характеристики.
18	Тема 3.3. Застосування ефекту Холла в пристроях вимірювання великих струмів Лекція 18. Конструкції датчиків на основі ефекту Холла.

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Вступне заняття	2
2	Дослідження кіловольтметрів	4
3	Дослідження вимірювача високої напруги постійного та змінного струмів ВВН-0,8-100М	4
4	Дослідження високовольтного осцилографа ОВ-2	4
5	Дослідження трансформатора ІОМ-100/25	4
6	Дослідження цифрового осцилографа OWON XDS3000	4

7	Дослідження генераторів синхронізації реєстрації високовольтних генераторів з вимірювальними системами.	4
8	Визначення амплітудно-частотної характеристики широкосмугового подільника напруги.	4
9	Визначення полоси пропускання імпульсних вимірювальних систем шляхом реєстрації реакції на прямокутний імпульс.	4
10	Коллоквиум	2
	Всього:	36

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Годин
1	Підготовка до лабораторних та практичних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях	38
2	Підготовка до МКР	10
3	Підготовка до екзамену	30

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних та лабораторних заняттях;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачених 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;
- **обов'язковою умовою допуску до екзамену** є відпрацювання, оформлення протоколів та захист всіх лабораторних робіт з дисципліни;
- 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 результатами участі у кафедральних, факультетських, інститутських та всеукраїнських науково-дослідних роботах з тематики дисципліни;
- політика дедлайнів та перескладань:
 - несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачає зменшення максимального балу, зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід, до 75 %. Мінімальний бал не змінюється. Якщо студент(-ка) не проходив(-ла) або не з'явився(-лася) на МКР, його (її) результат оцінюється у 0 балів. У такому разі є можливість написати МКР, але максимальний бал за неї буде становити 75% від максимального;
 - перескладання захисту лабораторних робіт та МКР не передбачено;

- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з кредитного модуля «Вимірювання високих напруг і великих струмів». Лабораторні роботи та МКР, які не відповідають вимогам діючого Положення про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського, оцінюються в 0 балів. У такому разі лабораторна робота або МКР може бути перероблена із зміною варіанту завдання. Максимальний бал буде знижено на 25%.
- 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: лабораторні роботи, МКР

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

Умови успішного проходження календарного контролю: не менше 50% балів за виконання навчального плану дисципліни на дату контролю, що передбачає виконання і захист лабораторних робіт, МКР.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт.

УВАГА! Студенти, що на момент консультації перед екзаменом не захистили лабораторні роботи, не допускаються до основної сесії та готуються до перескладання під час додаткової сесії

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

- виконання та захист 8 лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи.

№, з/п	Контрольний захід	Макс. бал	Кількість	Всього
1	Лабораторні роботи	5	8	40
2	МКР (ч.1, ч.2)	5	2	10
3	Екзамен	50	1	50
РАЗОМ				100

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 10.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – $5 \text{ балів} * 8 = 40 \text{ балів}$.

Мінімальна кількість балів на лабораторних заняттях – $5 \text{ балів} * 8 * 60\% = 24 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

- відмінна 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 – $(0,95...1) * 5$ балів;

- дуже добра підготовка до лабораторної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), пасивна участь у виконанні досліджень, правильна обробка результатів дослідів, відповіді на контрольні питання за темою роботи без суттєвих помилок – $(0,85...0,94) * 5$ балів;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання – $(0,75...0,84) * 5$ балів;
- задовільна підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, наявні помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання – $(0,65...0,74) * 5$ балів;
- недостатня підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання – $(0,6...0,64) * 5$ балів;
- 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

Ваговий бал – 5.

Модульна контрольна робота є письмовою контрольною роботою за тематикою теоретичних питань, розглянутих на лекційних заняттях на момент проведення МКР. МКР складається з 2 теоретичних питань за темою лекційних занять. Ваговий бал кожного теоретичного питання – 5 балів.

Максимальна кількість балів за МКР – $5 \text{ балів} * 2 = 10$ балів.

Мінімальна кількість балів за МКР – $5 \text{ балів} * 2 * 60\% = 6$ балів.

Критерії оцінювання кожного теоретичного питання МКР:

- *повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 5 балів;*
- *достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або певні неточності) – 4 бали;*
- *неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 3 бали;*
- *незадовільна відповідь – 0 балів.*

Форма семестрового контролю – екзамен

– *На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу за тематикою кредитного модуля. Екзаменаційні питання завдання визначаються викладачем і відповідають переліку питань, наведеному у Додатку 1 до програми.*

Екзаменаційне завдання містить 2 екзаменаційних питання. Перше та друге екзаменаційні питання оцінюються максимально у 25 балів кожне.

Критерії оцінювання екзаменаційного питання:

- *«відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 24-25 балів;*
- *«дуже добре», майже повна відповідь на питання у обсязі не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 21-23 балів;*
- *«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 18-20 балів;*

- «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 16-17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 15 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Остаточний рейтинг студента складає сума балів отриманих за виконання всіх завдань, передбачених РСО, та за екзамен.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: старший викладач кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, Гаран Ярослав Олександрович;

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 15 від 19.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 20.06.2024 р.)

**ПЕРЕЛІК ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ
з кредитного модуля «Вимірювання високих напруг і великих струмів»**

рівень вищої освіти	другий (магістерський професійний)
спеціальності	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – 141
освітня програма	Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси
форма навчання	денна

Перелік екзаменаційних питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Вимірювання максимальних значень постійних, імпульсних та змінних напруг за допомогою розрядників
2. Високовольтні резистори та подільники напруги.
3. Електростатичні вольтметри.
4. Додаткові конденсатори та ємнісні подільники напруги для вимірювання діючого значення змінної високої напруги
5. Ємнісні трансформатори напруги
6. Індуктивні трансформатори напруги.
7. Вимірювання максимального значення напруги по Хубу та Фортеске.
8. Пристрої для вимірювання максимальних значень напруги із застосуванням подільників.
9. Пристрої для вимірювання імпульсних напруг із застосуванням подільників напруги.
10. Вимірювання високих напруг приладами на основі індукції зарядів.
11. Вимірювання високих імпульсних напруг за допомогою подільників напруги.
12. Передавальні характеристики подільників напруги.
13. Визначення передавальних характеристик подільника напруги шляхом вимірювання його частотних характеристик
14. Визначення передавальних характеристик подільника напруги шляхом вимірювання реакції системи на прямокутний імпульс
15. Імпульсні генератори в схемах вимірювання реакції системи на прямокутний імпульс
16. Омичний подільник напруги з послідовним з'єднанням елементів та без урахування паразитних індуктивностей та ємностей
17. Омичний подільник напруги з урахування розподілених індуктивностей та ємностей
18. Ємнісні подільники напруги – сфера застосування та вимоги до елементів.
19. Ємнісний подільник напруги з зосередженою ємністю на стороні високої напруги
20. Ємнісний подільник напруги з роззосередженими ємностями на стороні високої напруги.
- Плече низької напруги ємнісного подільника напруги
21. Узгодження вимірювального кабелю в плечі низької напруги ємнісного подільника напруги.
22. Конструкції шунтів для вимірювання великих струмів.
23. Визначення характеристик шунтів
24. Конструкції поясу Роговського та його характеристики
25. Конструкції датчиків великих струмів на основі ефекту Холла
26. Оптичні ефекти та їх застосування для вимірювання великих напруг
27. Оптичні ефекти та їх застосування для вимірювання великих струмів
28. Обернений вплив засобів вимірювання на джерело високої напруги

Перелік екзаменаційних питань склав: Ярослав ГАРАН

Ухвалено на засіданні кафедри ТЕ (протокол № 15 від 19.06.2024 р.)