



# ТЕХНІКА ВИСОКИХ НАПРУГ

## 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>Управління, захист та автоматизація енергосистем. Електричні системи і мережі.</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 4 кредити ECTS / 120 годин аудиторних – 12 годин: лекції – 6 годин; лабораторні роботи – 6 годин; самостійна робота – 108 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>1 лекція (2 години); 1 лабораторна робота (3 години).</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., Проценко Олександр Ростиславович, <a href="mailto:apro54@ukr.net">apro54@ukr.net</a> Лабораторні: к.т.н., Гаран Ярослав Олександрович, к.т.н., Проценко Олександр Ростиславович, <a href="mailto:apro54@ukr.net">apro54@ukr.net</a></i>
Розміщення курсу	<i>Sikorsky Dictance (<a href="https://classroom.google.com/c/MTUzNTMyNDY1NjYw?cjc=7jeb3wl">https://classroom.google.com/c/MTUzNTMyNDY1NjYw?cjc=7jeb3wl</a>)</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Техніка високих напруг» є базою для комплексу дисциплін електротехніки та електроенергетики високих потужностей, оскільки вона пов'язана з надійністю генерування, передачі та розподілення електричної енергії, обумовленою працездатністю високовольтної ізоляції.

Метою навчальної дисципліни є формування і конкретизація знань з будови та теоретичних розрахунків характеристик високовольтних улаштувань з метою застосування отриманої інформації для вирішення професійних завдань в області проектування та експлуатації електроенергетичного обладнання в енергетиці та формування наступних компетентностей: ФК3. Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних систем та мереж електричної частини станцій та підстанцій та техніки високих напруг; ФК6. Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; ФК7. Дотримання вимог стандартів, норм й технічного завдання на проектування електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; ФК12. Готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

**Предметом** навчальної дисципліни «Техніка високих напруг» є улаштування, функціонування, параметри та режими роботи ізоляції об'єктів електроенергетики.

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

ЗН1. Принципів роботи електричних систем та мереж, силового обладнання, електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту; ЗН5. Основ теорії електромагнітного поля та методів розрахунку електричних кіл; ЗН12. Необхідності удосконалення навичок роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням; УМ2. Проводити аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; УМ6. Виконувати задачі з технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж; УМ7. Комбінувати методи емпіричного і теоретичного дослідження для пошуку шляхів зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні; УМ8. Винаходити нові шляхи вирішення проблеми економічного перетворення, розподілення, передачі та використання електричної енергії; УМ12. Розраховувати ізоляцію силових кабелів низької, середньої та високої напруги; УМ13. Впроваджувати заходи обмеження небезпечних перенапруг на елементах високовольтної ізоляції електричних мереж та систем, обладнання електричних станцій та підстанцій, об'єктів альтернативної енергетики; УМ14. Визначати основні причини пошкодження внутрішньої високовольтної ізоляції, електрообладнання електричних станцій та підстанцій, об'єктів альтернативної енергетики.

## **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 «Техніка високих напруг» є вибірковою дисципліною в структурі освітньої програми.

Дисципліна «Техніка високих напруг» входить до циклу вибірових дисциплін підготовки і безпосередньо пов'язана з іншими дисциплінами навчальних планів освітньої програми.

Вивчення дисципліни базується на знаннях, одержаних з курсів загальної фізики (розділи: електричне поле і його характеристики; магнітне поле і його характеристики), теоретичних основ електротехніки (розділи: лінії електричного кола однофазного синусоїдного струму; трифазні електричні кола; несинусоїдні періодичні та перехідні процеси в лінійних електричних колах; лінійні електричні кола з розподіленими параметрами; нелінійні електричні і магнітні кола), електротехнічних матеріалів (розділи: діелектрики; провідникові матеріали; магнітні матеріали; напівпровідникові матеріали), основ метрології та електричних вимірювань (розділи: загальні відомості про метрологію та електричні вимірювання; похибки вимірювань; електровимірювальні прилади; масштабні перетворювачі струму і напруги; вимірювання параметрів електричних кіл).

Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Дисципліну структурно розділено на 6 розділів, а саме:

1. **Вступ до дисципліни «Техніка високих напруг»**, до якого увійшли історія розвитку техніки високих напруг, зокрема в КПІ ім. Ігоря Сікорського, роль та значення техніки високих напруг в сучасній енергетиці, класи високих напруг, сучасна термінологія техніки високих напруг та її комплекс, предмет та мета кредитного модуля, поняття перенапруг.

2. **Електрична міцність газів, рідинних та твердих діелектриків**, до якого увійшли електрофізичні процеси розвитку іонізації, електричних розрядів в сильних електричних полях, визначення понять електричної міцності діелектриків, втрат на корону в повітряних лініях електропередавання, розвитку електричних розрядів по поверхні твердих діелектриків.

3. **Розряди за дії імпульсних напруг, вольт-секундні характеристики**, до якого увійшли характеристики імпульсу напруги, поняття зрізаного імпульсу напруги, порівняння швидкості зміни

напруги на фронті імпульсу з часом формування розряду в проміжку, залежність часу формування розряду від напруженості поля при імпульсі напруги, вольт-секундна характеристика імпульсного розряду в проміжку, процеси розрядів блискавки та її характеристики.

4. **Високовольтна ізоляція обладнання**, до якого увійшли основні відомості про ізоляцію та ізоляційні конструкції, типи високовольтної ізоляції за застосуванням, відновлювана ізоляція, особливості будови та розрахунків внутрішньої ізоляції силових трансформаторів, прохідних ізоляторів, високовольтних кабелів, електричних машин високої напруги.

5. **Сутність та завдання випробувань електрообладнання**, зокрема види випробувань технічного стану ізоляційних конструкцій, руйнівні та неруйнівні випробування, показники випробувань, обладнання для виконання випробувань, каскади трансформаторів, схеми множення випрямленої напруги, генератори імпульсних напруг, визначення опору ізоляції, струму абсорбції та струму витоку чи наскрізної провідності, визначення тангенсу кута діелектричних втрат, визначення рівня часткових розрядів, засоби вимірювань на високій напрузі.

6. **Перенапруги та хвильові процеси в електричних мережах**, до якого увійшли види внутрішніх перенапруг, види зовнішніх перенапруг. комутаційні, квазістаціонарні та стаціонарні перенапруги, рух електромагнітних хвиль вздовж ліній електропередавання, розподіл напруги від набігаючої хвилі між елементами обмоток.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Основні інформаційні ресурси:

1. Техніка і електрофізика високих напруг: Навч. посібник / За ред. В. О. Бржезицького та В. М. Михайлова – Харків: НТУ «ХПІ» Торнадо, 2005. – 930 с.
2. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: навч. посіб. / В. Б. Абрамов, В. О. Бржезицький, О. Р. Проценко. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 218 с.
3. Техніка високих напруг: курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад: В. Б. Абрамов, В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, О. Р. Проценко) – Електронні текстові дані <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46150> – Київ, 2021 – 345с.
4. Техніка та електрофізика високих напруг. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. О. Шостак, О. Р. Проценко, В. Б. Абрамов, Я. О. Гаран) – Електронні текстові дані <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37624> – Київ, 2020 – 125 с.
5. Техніка високих напруг: Конспект лекцій (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 0906 Електротехніка (6.050701 Електротехніка та електротехнології) спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання») / Укладач: Рой В.Ф.; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 171 с.

#### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1.	<b>Різновиди високовольтних діелектриків, їх особливості та загальні характеристики. Електричні поля в діелектриках.</b> Види високовольтних діелектриків. Основні використовувані газоподібні, рідинні та тверді діелектрики. Класи нагрівостійкості матеріалів. Ізоляційні рідини рослинного походження. Напруженість електричного поля. Однорідне, квазіоднорідне та різко неоднорідне поле. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 2.
2.	<b>Електрофізичні процеси в газах.</b> Рухливість електронів та іонів. Ударна іонізація. Електронегативні гази. Ступіньчата іонізація та фотоіонізація. Особливості стримерного розряду. Процес формування плазмового провідного каналу стримерного розряду. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 3.

3.	<b>Закон Пашена. Регулювання електричних полів у високовольтній ізоляції.</b> Вплив тиску газу на розвиток розряду в ньому. Розвиток розряду за дуже низького тиску в міжелектродному проміжку. Формулювання закону Пашена. Формування розряду в міжелектродному проміжку за різної полярності прикладеної напруги. Використання бар'єрів в міжелектродному проміжку. Регулювання електричних полів. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 4.
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Лабораторні заняття

№ п/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд.год
1	Дослідження електричної міцності повітряних проміжків на змінній напрузі	3
2	Дослідження ефекту полярності при пробі повітряних проміжків на постійній напрузі	3

#### 6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до лекційних занять шляхом самостійного опрацювання частини лекційного матеріалу у відповідності до тематики лекційних занять та рекомендованої для самостійної роботи студента літератури
2	Підготовка до лабораторних робіт шляхом набуття навичок роботи з програмним забезпеченням, що використовується в лабораторних роботах, опанування методики виконання лабораторних робіт за наданими викладачем методичними рекомендаціями, підготовка протоколів лабораторних робіт, зміст яких заповнюється під час їх виконання, підготовка до відповіді на контрольні питання до лабораторних робіт
3	Підготовка до написання модульної контрольної роботи.
<b>Самостійне опрацювання лекційних матеріалів</b>	
1.	<b>Техніка і електрофізика високих напруг – складові використання сильних електричних та магнітних полів.</b> Вступ. Предмет та мета викладання дисципліни. Комплекс техніки високих напруг. Класи напруги електрообладнання, термінологія техніки високих напруг. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція №1.
5.	<b>Використання напівпровідникових плівок. Корона на проводах ПЛ.</b> Поняття коронного розряду. Початкова напруженість поля та початкова напруга. Умови виникнення корони на змінній напрузі. Цикли запалювання та згасання корони. Ємнісний струм коронного розряду. Дрейфовий струм корони. Методи зменшення втрат на корону. Залежність втрат на корону від атмосферних умов. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 5.
6.	<b>Випробування ізоляції високовольтного електроустаткування підвищеною напругою.</b> Види випробувань технічного стану ізоляційних конструкцій. Руйнівні та неруйнівні випробування. Показники випробувань. Визначення умов випробувань та рівнів випробних напруг. Випробування змінною, постійною та імпульсними напругами, оцінка стану ізоляції при випробуванні підвищеною напругою, Імпульсні випробування. Визначення витримуваної напруги. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 6.
7.	<b>Розряд в газових проміжках при імпульсних напругах. Розряди вздовж поверхні твердого діелектрика.</b> Характеристики імпульсу напруги. Поняття зрізаного імпульсу напруги. Порівняння швидкості зміни напруги на фронті імпульсу з часом формування розряду в проміжку. Залежність часу формування розряду від напруженості поля при імпульсі напруги. Вольт-секундна характеристика імпульсного розряду в проміжку. Типи ізоляційних конструкцій із зовнішньою твердою ізоляційною поверхнею. Складові електричного поля вздовж поверхні твердих діелектриків. Вплив нормальної складової електричного поля на розвиток розряду вздовж поверхні твердого діелектрика. Напруга виникнення ковзних розрядів. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 7.
8.	<b>Дуговий розряд в електроустановках високої напруги. Електрична міцність твердих діелектриків.</b> Особливі властивості твердих діелектриків. Механізми пробою твердих діелектриків. Основні характеристики часткових розрядів. Методи і схеми виміру часткових розрядів. Кількісні

	характеристики ЧР. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 8.
9.	<b>Електрична міцність рідких діелектриків. Паперово-масляна та масло-бар'єрна ізоляція.</b> Електропровідність та поляризація рідких діелектриків. Види домішок в ізоляційній оливі. Залежність електричної міцності ізоляційної оливи від факторів впливу. Стандартизоване визначення електричної міцності ізоляційної оливи. Структура паперово-масляної та масло-бар'єрної ізоляції, а також їх просочення. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 9.
10.	<b>Ізоляція силових високовольтних трансформаторів.</b> Класифікація ізоляції трансформаторів. Процеси в головній та повздожній ізоляції трансформаторів. Ємнісний захист обмоток трансформаторів. Просочення ізоляції трансформаторів. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 10.
11.	<b>Високовольтні прохідні ізолятори. Високовольтне випробувальне обладнання та вимірювання високої напруги.</b> Типи прохідних ізоляторів. Розрахунок елементів прохідних ізоляторів. Ізолятори з масло-бар'єрною, паперово-масляною ізоляцією. Розрахунок теплової стійкості прохідних ізоляторів. Високовольтне випробувальне обладнання та вимірювання високої напруги. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 11.
12.	<b>Ізоляція силових високовольтних кабелів.</b> Матеріали, які використовуються для виготовлення кабелів. Кабелі з в'язким просоченням. Маслонаповнені кабелі. Кабелі з пластмасовою ізоляцією. Короткочасна і тривала електрична міцність ізоляції кабелів. Часткові розряди в ізоляції кабелів. Електричний розрахунок ізоляції кабелів. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 12.
13.	<b>Ізоляція електричних машин високої напруги. Координація високовольтної ізоляції.</b> Конструкції ізоляції високовольтних електричних машин. Короткочасна та тривала електрична міцність ізоляції високовольтних електричних машин. Координація високовольтної ізоляції. Випробувальні напруги промислової частоти. Випробувальні напруги грозових і комутаційних імпульсів. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 13.
14.	<b>Неруйнівні методи випробувань. Діагностування стану високовольтної ізоляції.</b> Вимірювання опору ізоляції й коефіцієнта абсорбції. Визначення коефіцієнта абсорбції. Ємнісні методи контролю стану ізоляції. Абсорбційний метод контролю стану ізоляції. Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат. Вимір ЧР в експлуатації. Основні задачі діагностування стану високовольтного електроустаткування. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 14.
15.	<b>Характеристики перенапруг та засобів захисту від них.</b> Поняття перенапруги в електричній мережі. Види перенапруг. Види внутрішніх перенапруг. Види зовнішніх перенапруг. Комутаційні, квазістаціонарні та дугові перенапруги. Найбільш небезпечні види перенапруг. Джерело грозових перенапруг. Засоби захисту від імпульсних перенапруг в електричних мережах. Рух електромагнітних хвиль вздовж ліній електропередавання. Розподіл напруги від набігаючої хвилі між елементами обмоток електричних машин. Затухання імпульсної хвилі вздовж лінії. Деформація фронту імпульсної хвилі. Типи засобів захисту від перенапруг. Грозозахисні троси. Блискавковідводи. Розрядники. Обмежувачі перенапруг нелінійні. Вплив параметрів заземлення на системи блискавкозахисту. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 15.
16.	<b>Блискавкозахист повітряних ліній електропередавання.</b> Статистичні характеристики параметрів блискавки. Завдання та критерії блискавкозахисту ліній. Число відключень повітряної лінії при ударі блискавки в фазні проводи. Число відключень повітряної лінії при зворотних перекриттях з опори на провід. Число відключень при ударі блискавки поблизу лінії. Блискавкозахист повітряних ліній різних класів напруги. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 16.
17.	<b>Захист від перенапруг підстанцій та електричних машин високої напруги.</b> Задачі та критерії грозозахисту підстанцій. Допустимі рівні грозових перенапруг для силових трансформаторів і шунтуючих реакторів. Визначення критичної довжини підходу до підстанції. Схеми грозозахисту високовольтних електричних машин. Захист підстанцій від внутрішніх перенапруг. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 17.
18.	<b>Вибір та застосування обмежувачів перенапруг нелінійних (ОПН).</b>

Загальні відомості про ОПН. Основні технічні параметри та характеристики ОПН. Застосування та місце встановлення ОПН. Порядок вибору ОПН. Приклади вибору ОПН 6 – 35 кВ. Дистанційний курс «Техніка високих напруг», лекція № 18.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 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 лекційних заняттях, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної діяльності;
- **обов'язковою умовою допуску до заліку** є відпрацювання, оформлення протоколів та захист всіх лабораторних робіт з дисципліни;
- 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: рекомендується індивідуальний захист лабораторних робіт (у складі бригади, який визначають на першому лабораторному занятті). Обов'язковою є наявність протоколів виконаних лабораторних робіт та відповідей на запитання для кожного студента;
- 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;
  - перескладання захистів лабораторних робіт не передбачено;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів:
  - заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за результатами участі у конкурсах кафедральних, факультетських, інститутських та всеукраїнських науково-дослідних робіт з тематики дисципліни;
- 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 «Техніка високих напруг». При використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

**Поточний контроль** передбачає виконання лабораторних робіт та модульної контрольної роботи.

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

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю:** зарахування усіх лабораторних робіт.

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

- 1) виконання та захист чотирьох лабораторних робіт;
- 2) написання модульної контрольної роботи;

Лабораторні роботи	МКР
60	40

**Виконання та захист лабораторних робіт**

Ваговий бал –30.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 30 балів \* 2 = 60 балів.

Мінімальна кількість балів на лабораторних заняттях – 30 балів \* 2 \* 60% = 36 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 –  $(0,95...1) * 30$  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 –  $(0,85...0,94) * 30$  балів;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, несуттєві помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання –  $(0,75...0,84) * 30$  балів;
- задовільна підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, наявні помилки при обробці результатів дослідів, неповні відповіді на контрольні питання –  $(0,65...0,74) * 30$  балів;
- недостатня підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів, часткові відповіді на контрольні питання –  $(0,6...0,64) * 30$  балів;
- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, неякісна обробка результатів, невірні відповіді на контрольні питання за темою роботи – 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.

#### **Виконання модульної контрольної роботи**

Модульна контрольна робота з дисципліни передбачає письмові відповіді студента на два теоретичних питання. Кожне теоретичне питання оцінюється у максимум 20 балів. Максимальна оцінка за успішне виконання модульної контрольної роботи складає  $20 * 2 = 40$  бали.

Критерії оцінювання кожного теоретичного питання:

- відмінне виконання одного питання модульної контрольної роботи (95 – 100% інформації відповіді) –  $(0,95...1) * 20$  балів;
- дуже добре виконання одного питання модульної контрольної роботи (85 – 94% інформації відповіді) –  $(0,85...0,94) * 20$  балів;
- добре виконання одного питання модульної контрольної роботи (75 – 84% інформації відповіді) –  $(0,75...0,84) * 20$  балів;
- задовільне виконання одного питання модульної контрольної роботи (65 – 74% інформації відповіді) –  $(0,65...0,74) * 20$  балів;
- достатнє виконання одного питання модульної контрольної роботи (60 – 64% інформації відповіді) –  $(0,6...0,64) * 20$  балів;
- незадовільне виконання одного питання модульної контрольної роботи – 0 балів.

#### **Форма семестрового контролю – залік**

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

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

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

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

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

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

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

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

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

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

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

**Ухвалено** кафедрою \_TE\_\_\_ (протокол № \_12\_ від 25.05.2022р.

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16.06.2022р.)