

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ  
Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІ ЕАЕ  
(Каплун В.В.)

\_\_\_\_\_ 2022 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри електропостачання  
ім. проф. В.М. Синькова  
Протокол № \_\_ від “\_\_” червня 2022 р.

Завідувач кафедри  
(Козирський В.В.)

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП ОС Магістр,  
Спеціальності 141 – Електроенергетика,  
електротехніка і електромеханіка

Гарант ОП д.т.н., проф.  
професор кафедри  
електротехніки, електромеханіки  
та електротехнологій

(Заблодський М.М.)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**“ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ”**

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва напрямку підготовки)

освітня програма 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

(назва ННІ)

Розробник: к.т.н., доцент А.В. Петренко

Київ – 2022 р.

**1. Опис навчальної дисципліни**  
**ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ**  
(назва)

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	<b>магістр</b> (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Галузь знань	14 Електрична інженерія	
Спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5,0	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	15	
Форма контролю	Екзамен	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	
Семестр	1	
Лекційні заняття	15	
Практичні заняття		
Лабораторні заняття	30	
Самостійна робота	105	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	3 год	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета дисципліни** полягає в оволодінні студентами знань з теорії та практики забезпечення належного функціонування технічних об'єктів електротехніки та енергетики в умовах їх взаємного електромагнітного впливу та впливу потужних електромагнітних завад.

Сучасний розвиток техніки характеризується збільшенням рівнів електромагнітних завад (ЕМЗ) та зменшенням рівнів корисних сигналів. Така тенденція вимагає приділяти багато уваги забезпеченню можливості нормального функціонування апаратури (керуючої, вимірної, технологічної, побутової та інш.) в умовах впливу потужних ЕМЗ (блискавки, високовольтні ЛЕП, розряди статичної електрики та інш.).

### Завдання дисципліни

- формування у студентів належного рівня знань про механізми виникнення потужних ЕМЗ та їх впливу на оточуючі об'єкти
- вивчення методів забезпечення дієздатності технічних засобів при впливі завад.
- знайомство з нормативною базою з забезпечення електромагнітної сумісності.

У наслідок вивчення дисципліни студенти повинні

#### знати:

- типи потужних завад, їх параметри та форми подання параметрів;
- головні джерела потужних завад, механізми їх виникнення та особливості електромагнітного оточення (ЕМО) що створюється названими джерелами;
- механізми електромагнітних впливів та методи їх зниження;
- принципи дії головних типів захисних елементів;
- головні тенденції розвитку методів та засобів забезпечення електромагнітної сумісності;

#### вміти:

- самостійно розбиратися в інформації з питань ЕМС;
- оцінювати параметри електромагнітних завад, які утворюються потужними джерелами;
- проводити вибір типу засобів захисту в залежності від видів електромагнітних впливів на систему.

Мати уявлення про:

- вітчизняну та міжнародну нормативну базу щодо забезпечення ЕМС;
- методи випробувань щодо забезпечення та підтвердження електромагнітної сумісності

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. Механізми виникнення ЕМЗ та заходи щодо їх зниження

Тема лекційного заняття 1. Роль електромагнітної сумісності в електротехніці. Основні задачі що вирішує ЕМС. Вітчизняні та міжнародні організації що займаються питаннями нормування в області ЕМС. Класифікація електромагнітних завод. Шляхи проникнення завод в електротехнічний пристрій. Класифікація електромагнітного оточення (ЕМО).

Тема лекційного заняття 2. Джерела електромагнітних перешкод та їх вплив. Гармоніки і якість електроенергії. Норми якості електричної енергії. Вентильні перетворювачі. Перетворювачі частоти. Електроустановки з інтенсивним джерелом електромагнітних перешкод

Тема лекційного заняття 3. Особливості впливу електромагнітних перешкод. Вплив на електроустаткування, системи захисту та автоматики. Втрати активної потужності. Скорочення терміну служби ізоляції.

Тема лекційного заняття 4. Розрахунок рівнів електромагнітних перешкод у вузлах електричного кола Вихідні положення. Розрахунок несиметрії напруг. Розрахунок вищих гармонік та інтергармонік. Розрахунок коливань напруги

#### Змістовий модуль 2. Забезпечення ЕМС при дії потужних ЕМЗ

Тема лекційного заняття 5. Методи й засоби забезпечення електромагнітної сумісності Зниження несиметрії напруг. Оцінка реактивної потужності. Засоби компенсації реактивної потужності. Зниження ЕМП на тягових підстанціях. Поділ навантажень

Тема лекційного заняття 6. Атмосферні перенапруги. Блискавка. Атмосферні перенапруги. Засоби захисту від перенапруг. Захист електроустановок від перенапруг

Тема лекційного заняття 7. Вплив електромагнітних перешкод на навколишнє середовище та організм людини. Електромагнітна обстановка на об'єктах систем електропостачання. Особливості впливу електромагнітних перешкод на організм людини. Нормування безпечних значень напруженостей електромагнітного поля. Заземлення

Тема лекційного заняття 8. Економічні питання електромагнітної сумісності Збитки через незадовільну електромагнітну сумісність. Оцінка економічного збитку. Розрахунок часткового внеску електромагнітних перешкод

### Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Всього	у тому числі					Всього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1</b>												
Тема 1	16	2		4		10						
Тема 2	16	2		4		10						
Тема 3	16	2		4		10						
Тема 4	15	2		3		10						
Разом за змістовим модулем 1	63	8		15		40						
<b>Змістовий модуль 2</b>												
Тема 5	21	2		4		15						
Тема 6	21	2		4		15						
Тема 7	21	2		4		15						
Тема 8	24	1		3		20						
Разом за змістовим модулем 2	87	7		15		65						
<b>Всього</b>	<b>150</b>	<b>15</b>		<b>30</b>		<b>105</b>						

### 4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Лабораторна робота 1. Дослідження розподілу магнітного поля трифазної повітряної лінії електропередавання	5
2	Лабораторна робота 2. Дослідження особливостей характеристик магнітного поля трифазної кабельної лінії електропередавання	5
3	Лабораторна робота 3. Дослідження впливу електричного поля трифазної повітряної лінії електропередавання на оточуюче середовище та технічні об'єкти	5
4	Лабораторна робота 4. Розрахунок екрану ошиновки енергетичного обладнання за умовою відсутності електромагнітних перешкод від корони	5
5	Лабораторна робота 5. Розрахунок напруженості електричного поля повітряної лінії постійного струму	5

6	Лабораторна робота 6. Дослідження струму витоку в землю через групові заземлювачі	5
		30

### 5. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Самостійна робота 1. Розрахунок коефіцієнта несинусоїдальності вентильних перетворювачів	20
2	Самостійна робота 2. Визначення коефіцієнта несиметрії	20
3	Самостійна робота 3. Вплив якості електроенергії і несиметрії напруги на роботу силового трансформатора	30
4	Самостійна робота 4. Вплив якості електроенергії і несиметрії напруги на роботу електродвигуна	35
		105

### 6. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

#### Контрольні питання.

1. Визначення електромагнітної сумісності (ЕМС). Головні задачі та зміст робіт по забезпеченню ЕМС. Узагальнена схема шляхів проникнення електромагнітних завад в електротехнічний пристрій, оцінка якості функціонування ТЗ.
2. Електромагнітні завади, визначення та класифікація.
3. Головні джерела потужних електромагнітних завад, їх стисла характеристика та порівняння ЕМО що вони утворюють. Класифікація ЕМО.
4. Механізми ЕМ впливів (типи ЕМ зв'язків, приклади). Особливості зв'язків в ближній та дальній зонах.
5. Індуктивний вплив. Індуктивний вплив розрядів блискавок та розрядів статичної електрики. Заходи щодо зниження.
6. Індуктивні впливи у струмових контурах та способи зменшення.
7. Ємнісний вплив. Гальванічно розділені контури. Заходи щодо зниження впливів.
8. Ємнісний вплив. Контури з загальним проводом системи опорного потенціалу. Заходи щодо зниження впливів.
9. Ємнісний вплив у системах контурів з великою ємністю відносно землі. Заходи щодо зниження.
10. Впливи через електромагнітні зв'язки. Засоби захисту.
11. Гальванічні впливи через коло живлення та контури сигналів, Заходи щодо зниження.

12. Гальванічні впливи через контури заземлення та загальних точок. Заходи щодо зниження впливів.
13. Заходи та засоби щодо зниження гальванічних впливів.
14. Принцип дії електромагнітних екранів. Оцінка ефективності. Основні фактори що впливають на ефективність.
15. Класифікація екранів за призначенням. Електростатичні і магнітостатичні екрани (принцип дії, приклади виконання). Вплив матеріалу екрана на ефективність екранування.
16. Класифікація екранів за матеріалом та типом конструкції. Неферромагнітні та ферромагнітні екрани (особливості, порівняння), багатошарові екрани. Екран-сітка/
17. Неоднорідності (отвори) в екранах. Заходи захисту від впливу через отвори при екрануванні.
18. Фільтри як перешкодозахисні елементи (принцип дії). Класифікація фільтрів. Оцінка ефективності. Амплітудно-частотна характеристика.
19. Низькочастотні фільтри . Основні елементи, типові схеми з'єднання. Вплив паразитних параметрів.
20. Фільтри мереж живлення. Амплітудно-частотна характеристика. Вплив паразитних параметрів.
21. Обмежувачі амплітуд впливів: призначення, принцип дії, основні типи. Порівняння, недоліки та переваги основних типів.
22. Захисні розрядники. Принцип дії, типи розрядників, основні параметри, вольт-секундна характеристика. Переваги та недоліки.
23. Варистори та обмежувачі перенапруг на їх основі. Принцип дії, основні параметри, переваги та недоліки.
24. Напівпровідні перешкодозахисні елементи. Параметри. Переваги та недоліки. Гібридні схеми використання захисних елементів.
25. Головні характеристики грозових розрядів. Види впливів блискавки на рецептори. Діючі чинники впливів блискавки.
26. Вплив близького розряду блискавки на лінію низької напруги
27. Грозове електромагнітне оточення (ЕМО). Особливості грозового ЕМО ближньої та дальньої зон випромінювання.
28. Зовнішня система близьковказахисту (СБЗ). Рівень близьковказахисту та клас СБЗ. Зони захисту та їх визначення. Складові зовнішньої СБЗ.
29. Зонний принцип забезпечення захисту від електромагнітних впливів. Головні зони. Заходи щодо забезпечення зниження впливів. Екранування та еквіпотенціалізація (вирівнювання потенціалів).
30. Використання приладів захисту від імпульсних перенапруг (ПЗІП) при реалізації зонного захисту від впливів блискавки. Різниця між класами ПЗІП. Співвідношення між рівнями

електричної міцності ізоляції, зоною захисту та класом ПЗП.

31. Електричні поля промислової частоти високовольтної ЛЕП в нормальному режимі: принципи розрахунку, головні закономірності.

32. Магнітні поля промислової частоти високовольтної ЛЕП в нормальному режимі: принципи розрахунку, головні закономірності. Поля ПЛ та КЛ.

33. ЕМО в нормальних та аварійних режимах ЛЕП. ЕМО ЛЕП при однофазному к.з. в системі з заземленою нейтраллю.

34. Нормування впливів полів ЛЕП (промислової частоти). Методи зниження напруженості поля поблизу ЛЕП.

35. Корона на ЛЕП як джерело електромагнітних завад. Вимірювання та нормування завад від корони.

36. Дія електромагнітних полів на біологічні об'єкти та підходи до нормування впливів полів на людину.

### Питання до контрольних тестів

Позначення форми імпульсу струму 8/20 означає що:

1. амплітуда імпульсу складає 8 кА
2. амплітуда імпульсу складає 20 кА
3. Час імпульсу складає 20 мкс
4. Час імпульсу складає 8 мкс.

Яке явище (процес) НЕ Є джерелом потужних імпульсних завад:

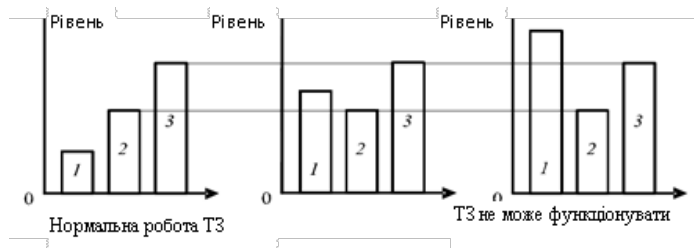
1. Блискавка
2. Розряд статичної електрики
3. Нормальний режим роботи ЛЕП
4. Ядерний вибух

Розрізняють 4 рівні якості функціонування ТЗ, який з них потребує втручання в роботу оператора для відновлювання роботи ТЗ:

1. А,
2. В,
3. С,
4. D.

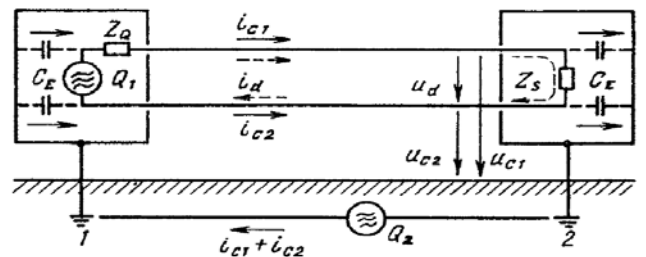
Поставити в відповідність номеру на рисунку назву

- а- Перешкода;
- б- Перешкодостійкість;
- в- Сприйнятливість.



Встановити відповідність позначень на рисунку та назв:

1.  $i_{c2}$
  2.  $i_{c1}$
  3.  $u_d$
  4.  $u_{c2}$
- а) струм синфазної перешкоди
  - б) напруга синфазної перешкоди
  - в) струм протифазної перешкоди
  - г) напруга протифазної перешкоди



Відсутність в ланцюгах управління і силових контурах захисту від перенапруг характеризує:

1. Вкрай жорстку ЕМО
2. Жорстку ЕМО
3. Середньої важкості ЕМО
4. Легку ЕМО

Скручування проводів сигнального контуру зменшує заваду в разі

1. Гальванічного впливу
2. Індуктивного впливу
3. Ємнісного впливу
4. вірно 2 та 3

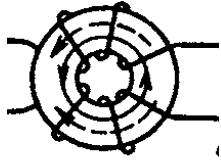
Розділяючий трансформатор звичайно використовують для зменшення

1. Гальванічного впливу
2. Індуктивного впливу
3. Ємнісного впливу
4. вірно 2 та 3



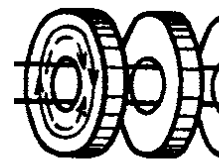
В разі ємнісного впливу струмів в землі на лінію зв'язку з високою ємністю відносно землі, оптичну розв'язку (оптопару) краще встановлювати

1. біля джерела сигналу
2. всередині лінії
3. біля приймача(рецептора)
4. нема різниці



Нейтралізуючий трансформатор (котушка з узгодженою намоткою прямого та зворотного проводів) запобігає впливу

- 1.Противазних перешкод
- 2.Синфазних перешкод
3. Перешкод статичної електрики
- 4.Довгого струму блискавки.

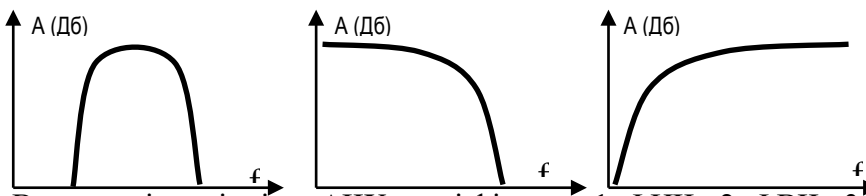


Феритові кільця скрізь які пропущені прямий та зворотній проводи запобігають впливу

- 1.Противазних перешкод
- 2.Синфазних перешкод
3. Перешкод статичної електрики
- 4.Довгого струму блискавки.

Виключення загальних ділянок ліній живлення споживачів сприяє зменшенню перешкод при

- 1.Гальванічних впливах
- 2.Індуктивних впливах
- 3.Ємнісних впливах
4. вірно 2 та 3



Вказати відповідність АНХ назві фільтру 1. ФНЧ; 2. ФВЧ; 3. Смуговий.

В скільки разів зменшується напруга перешкоди при проходженні фільтру що забезпечує загасання 80дБ (на певній частоті):

1. в  $10^5$  раз
2. В  $10^6$  раз
3. В  $10^4$  раз
4. В  $10^3$  раз

Про які екрани йде мова:

"Широко використовуються для екранування електричних полів. Погано екранують змінні магнітні поля, а постійні магнітні поля взагалі не екранують. Екрани порівняно дешеві"

1. феромагнітні
2. неферомагнітні
- 3.магнітостатичні
4. нема вірної відповіді.

Двошаровим екраном (є можливість використати тільки один феромагнітний шар) екранують джерело потужного магнітного поля, яке правильне розташування матеріалу шарів:

1. нема сенсу використовувати феромагнітні шари
2. ближче до джерела неферомагнітний шар, далі феромагнітний
3. ближче до джерела феромагнітний шар, далі неферомагнітний
4. немає вірної відповіді

В скільки разів зменшиться напруженість електричного поля при використанні екрану ефективністю 100дБ (на певній частоті):

1. в  $10^5$  раз
2. В  $10^6$  раз
3. В  $10^4$  раз
4. В  $10^3$  раз

Найбільш складно та коштовно забезпечити екранування ЕМ поля в наступному випадку:

1. Низькочастотного електричного поля
2. Постійного магнітного поля
3. Високочастотного ЕМ поля.
- 4.Нема різниці при екрануванні

Паразитні параметри елементів ФНЧ призводять до:

1. Зменшення ефективності роботи фільтру в області великих частот
2. Підвищення коефіцієнта загасання в області низької частоти
3. Підвищення коефіцієнта передачі в області низької частоти

4. Немає вірної відповіді

Швидкість спрацьовування Варистора приблизно дорівнює

1.  $10^{-3}$ ; 2.  $10^{-6}$ ; 3.  $10^{-9}$ ; 4.  $10^{-12}$

Швидкість спрацьовування Газового Розрядника приблизно дорівнює

1.  $10^{-3}$ ; 2.  $10^{-6}$ ; 3.  $10^{-9}$ ; 4.  $10^{-12}$

Швидкість спрацьовування Захисного діода(TVS) приблизно дорівнює  $10^{-3}$ ; 2.  $10^{-6}$ ; 4.  $10^{-9}$ ; 4.  $10^{-12}$

Для газового розрядника виконується співвідношення 1.  $U_{дин} > U_{ст}$ ; 2.  $U_{дин} < U_{ст}$ ; 3.  $U_{дин} = U_{ст}$ ; 4.  $U_{дин} \leq U_{ст}$

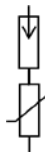
ПЗП 1 класу розраховують на захист при дії струму форми 1. 1,2/50; 2. 8/20; 3. 10/350; 4. 1/200

ПЗП 2 класу розраховують на захист при дії струму форми 1. 1,2/50; 2. 8/20; 3. 10/350; 4. 1/200

ОПН характеризують номінальним струмом форми 1. 1,2/50; 2. 8/20; 3. 10/350; 4. 1/200

Перевагою газового розрядника з поверхневим (ковзним) розрядом є:

1. велика швидкість спрацьовування 2. полого вольт-секундна характеристика 3. Здатність гасити дугу після спрацьовування 4. 2 та 3 вірно



Наведена гібридна схема використовується для забезпечення

1. підвищення швидкості спрацьовування; 2. меншої ємності захисної схеми; 3. виключення горіння дуги після спрацьовування; 4. зменшення напруги спрацьовування.



Наведена гібридна схема використовується для забезпечення

1. підвищення швидкості спрацьовування; 2. меншої ємності захисної схеми; 3. виключення горіння дуги після спрацьовування; 4. зменшення напруги спрацьовування.



Наведена гібридна схема використовується для забезпечення

1. підвищення швидкості спрацьовування; 2. меншої ємності захисної схеми; 3. виключення горіння дуги після спрацьовування; 4. зменшення напруги спрацьовування.

Амплітуди струмів блискавки з ймовірністю 50% не перевищують значення (50% квантіль): 1. 1000 А, 2. 30кА, 3. 50кА, 4. 100кА

Величина напруги що виникає в електричному контурі при розряді блискавки на відстані 50м визначається головним чином значенням:

1. Амплітуди струму блискавки 2. Крутизою фронту імпульсу струму блискавки 3. Зарядом що переносить блискавка 4. Інтегралом дії

Максимум щільності в спектрі напруженості електричного поля блискавки буде в діапазоні частоти

1. (1-100) МГц 2. (1-100) кГц 3. (1-100) Гц 4. (100-1000) кГц

ПЗП 1 класу встановлюють на границі зон захисту: 1. 0а та 0б 2. 0а та 1 3. 1 та 2 4. 2 та 3

ПЗП 2 класу встановлюють на границі зон захисту: 1. 0а та 0б , 2. 0а та 1 , 3. 1 та 2 4. немає вірної відповіді

Вплив імпульсу нічим не обмеженого ЕМ поля можливий в зоні захисту: 1. 1; 2. 2; 3. 0б; 4. немає вірної відповіді.

При перехопленні блискавки блискавкоприймачем в систему заземлення передається  
1. 100% струму блискавки 2. 75% струму блискавки 3. 50% струму блискавки 4. 25% струму блискавки

Заповніть пропуск у висловленні декількома словами (що відбувається?)  
"Електромагнітне поле 3-х фазної системи струмів (напруг) на відстані від джерел з зростанням відстані ----- ніж однофазної системи з такими ж струмами"

Для зменшення рівня електричного поля навкруги ПЛ зменшують  
1. висоту підвісу проводів 2. відстань між проводами фаз 3. радіус проводу 4. радіус розщеплення фаз

Напруженість електричного поля під високовольтною ПЛ складає приблизно  
1. 10-15 В/м 2. 10-15 кВ/м 3. 10-15 А/м 4. 10-15 мВ/м

Санітарна зона ПЛ визначається за рівнем  
1. напруженості магнітного поля 1А/м; 2. індукції магнітного поля 0,5 мкТл.; 3. напруженості електричного поля 1 кВ/м ; 4. потенціалу електричного поля на висоті 1,8м.

Звичайно за однакової відстані між фазами кабельної лінії (КЛ) та однакової глибини залягання магнітне поле КЛ менше при розташуванні фаз:  
1. трикутником 2. горизонтально в лінію 3. вертикально в лінію 4. немає вірної відповіді

В режимі однофазного к.з. в системі з заземленою нейтраллю навкруги ПЛ значно зростає рівень  
1. електричного поля 50Гц 2. магнітного поля 50Гц 3. високочастотного ЕМ поля корони 4. 1 та 3 вірно.

Перешкода корони з рівнем напруженості 60Дб означає що напруженість електр. поля корони складає:  
1. 1мкВ/м 2. 1 мВ/м 3. 1В/м 4. 1кВ/м

В разі високочастотного впливу на біологічний об'єкт небезпека полягає в:  
1. високому рівні напруженості електричної складової поля 2. високому рівні напруженості магнітної складової поля 3. надмірному нагріванні об'єкту 4. 1 та 2 вірно

Який з названих методів НЕ придатний для зменшення рівня **магнітних** полів ПЛ:  
1. Зменшення відстані між проводами фаз 2. Рослини під ПЛ 3. Компенсація поля розташуванням додаткового проводу (петлі) с струмом. 4. Використання дволанцюгових ПЛ з різним чергуванням фаз в ланцюгах.

В Державних санітарних нормах захисту населення від ЕМ випромінювання для високочастотної частини спектру хвиль нормується *поверхнева щільність енергії*, а для низькочастотної:  
1. Поверхнева щільність випромінювання 2. Напруженість електричної складової поля 3. Напруженість магнітної складової поля 4. Індукція магнітного поля.

## 7. Методи навчання

I група методів - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Словесні</i>	<i>Наочні</i>	<i>Практичні</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● лекція</li> <li>● розповідь-пояснення</li> <li>● бесіда</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ілюстрація</li> <li>● демонстрація</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● практичні роботи</li> <li>● лабораторні роботи</li> </ul>
<i>Індуктивні методи</i>		<i>Дедуктивні методи</i>
узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів та моделювання на основі розрахункових даних		аналіз навчального матеріалу, результатів практичних та лабораторних робіт з метою виявлення нових даних, висновків
<i>Репродуктивні методи</i>		<i>Творчі, проблемно-пошукові методи</i>
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами		самостійна робота студентів, творча пізнавальна діяльність

II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

<i>методи стимулювання інтересу до навчання</i>	<i>методи стимулювання обов'язку й відповідальності</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу</li> <li>● навчальні дискусії</li> <li>● аналіз практичних ситуацій</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● роз'яснення мети навчального предмета</li> <li>● вимоги до вивчення предмета (дисциплінарні, організаційно-педагогічні)</li> <li>● заохочення та покарання в навчанні</li> </ul>

III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності.

## 8. Форми контролю

Видами контролю знань студентів є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних, та лабораторних занять для перевірки рівня підготовленості до заняття.

Контроль знань із змістового модуля 1 здійснюється за результатами роботи на практичних, лабораторних заняттях та результати тестового контролю. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання та захисту лабораторних робіт, практичних робіт, тестового контролю.

Підсумковий контроль знань (атестація) здійснюється **на екзамені**.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання студента відбувається згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 27.02.2019 р. протокол №7.

Модульний контроль		Рейтинг з навчальної роботи $R_{НР}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумко ва атестація (екзамен)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Оцінка національна	Визначення оцінки	Рейтинг студента з дисципліни, бали
Відмінно	<b>ВІДМІННО-</b> відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	<b>90-100</b>
Добре	<b>ДОБРЕ-</b> в загальному правильна робота з кількома помилками	<b>74 -89</b>
Задовільно	<b>ЗАДОВІЛЬНО</b> – непогано, але зі значною кількістю недоліків, задовольняє мінімальні критерії	<b>60 - 73</b>
Незадовільно	<b>НЕЗАДОВІЛЬНО</b> – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	<b>0 - 59</b>

Рейтинг студента з навчальної роботи  $R_{НР}$  (до 70 балів) визначається за формулою

$$R_{НР}=0,7 \cdot (R_{ЗМ}^1 \cdot K_{ЗМ}^1 + R_{ЗМ}^2 \cdot K_{ЗМ}^2),$$

де  $R_{ЗМ}^1, R_{ЗМ}^2$  – рейтингові оцінки 1 та 2 змістовних модулів за 100-бальною шкалою (не менше, ніж 60 балів);

$K_{зм}^1=0.4$ ,  $K_{зм}^2=0.6$  - вагові коефіцієнти змістовних модулів 1 та 2, відповідно кількості годин на вивчення модуля за робочим планом.

Засвоєння студентом програмного матеріалу змістового модуля вважається успішним, якщо його рейтингова оцінка з модуля становить не менше, ніж 60 балів за 100-бальною шкалою;

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєнням дисципліни  $R_{дис}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з підсумкової атестації (екзмен, до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{НР}$  (до 70 балів):

$$R_{дис} = R_{НР} + R_{АТ}.$$

### Оцінювання за модулями

Види навчальної діяльності	Розподіл оціночних балів	Вага кожного виду діяльності, %	«Вага» кожного модуля у загальній рейтинговій оцінці, %
<i>Навчальна робота</i>	100		<i>70</i>
<b>Модуль 1</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	
Виконання завдань лабораторної роботи №1	15	5,25	
Виконання завдань лабораторної роботи №2	15	5,25	
Виконання завдань лабораторної роботи №3	15	5,25	
Виконання завдань самостійної роботи №1	15	5,25	
Виконання завдань самостійної роботи №2	10	3,5	
Тест до модуля 1	30	10,5	
<b>Модуль 2</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	
Виконання завдань лабораторної роботи №5	15	5,25	
Виконання завдань лабораторної роботи №6	15	5,25	
Виконання завдань лабораторної роботи №7	15	5,25	
Виконання завдань самостійної роботи №3	15	5,25	

Виконання завдань самостійної роботи №4	10	3,5	
<a href="#">Тест</a> до модуля 2	30	10,5	
<b>Курсова робота</b>	<b>Зараховано</b>	<b>Зараховано</b>	
<b>Підсумкова атестація</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Екзаменаційний тест	10	10	
Співбесіда (1 питання)	10	10	
Співбесіда (2 питання)	10	10	

## 10. Методичне забезпечення

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Нормативні документи.

## 11. Рекомендована література

### - основна

1. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы её обеспечения в технике. Пер. с нем. - М: Энергоатомиздат, 1995.-304с.
2. Шваб А.И. Электромагнитная совместимость. Пер. с нем. - М: Энергоатомиздат, 1995.-480с.
3. Кравченко В.И. Электромагнитная совместимость в технике высоких напряжений // у навч. посібнику Техніка і електророзбудова високих напруг. – Харків: НТУ "ХПИ".-2005.-930с.
4. Електромагнітна сумісність (лабораторний практикум) (для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»)- К.: Видавничий центр НУБІП України, 2016.- 30 с

### - допоміжна

1. Жежеленко І.В. Шидловський А.К. Півняк Г.Г. Саєнко Ю.Л, Електромагнітна сумісність в системах електропостачання. Дніпропетровськ, 2009, 320с.
2. Кравченко В.И. Грозозащита радиоэлектронных средств.-М: Радио и связь, 1991.-264с.
3. Henry W. Ott. Electromagnetic compatibility engineering .-John Wiley & Sons,2009.-862р.

## Стандарти та норми

ДНАОП 0.00-1.32.01)	Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: Укрархбудінформ, 2001. – 121с.
ДСТУ ІЕС 61000-1:2012	Електромагнітна сумісність. Частина 1(1-5). Загальні положення. Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 1: General
ДСТУ ІЕС 61000-2:2012	Електромагнітна сумісність. Частина 2(2-14). Електромагнітна обстановка. Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 2: Environment

ДСТУ ІЕС 61000-3:2012	Електромагнітна сумісність. Частина 3 (3-7). Норми. Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3: Limits
ДСТУ ІЕС 61000-4:2012	Електромагнітна сумісність. Частина 4(3-27). Методики випробування та вимірювання Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques
ДСТУ ІЕС 61000-5:2012	Електромагнітна сумісність. Частина 5(1-5). Настанови щодо встановлення устаткування та притлумлення завад. Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines
ДСТУ EN 62305:2012	Захист від блискавки. Частина 1-5. Protection against lightning - Parts 1-5.
ДСТУ Б В.2.5-38:2008	Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд