

Міністерство освіти і науки України  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»  
Електротехнічний факультет  
Кафедра автоматизованих електромеханічних систем  
в промисловості та транспорті

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор ДВНЗ «КНУ»



*Ступнік* 3 М.І. Ступнік  
12/09 2019 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ Електромеханічні системи з відновлювальними джерелами енергії ”

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти  
на здобуття ступеня доктора філософії

Форма навчання	Курс	Семестр	Всього годин за планом	Кількість кредитів	Аудиторних годин				Самостійна робота (годин)	Розрахунково-графічна робота	Форма контролю
					Всього	Лекції	Лабораторні	Практичні			
Денна	2	3	120	4,0	48	32		16	72		екзамен
Заочна	2	3	120	4,0	12	8		4	108		екзамен

Кривий Ріг  
2019 р.

*М.І. Ступнік*

*М.І. Ступнік*

Робочу програму «Електромеханічні системи з відновлювальними джерелами енергії» для здобувачів третього освітнього рівня на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, ОНП Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Розробники:

Сінчук О.М. – проф., д.т.н.  
Сінчук І.О. - доц., канд. техн. наук.  
Пересунько І.І. – асистент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті

Протокол від "27" серпня 2019 року № 1

Завідувач кафедри  
автоматизованих  
електромеханічних систем в  
промисловості та транспорті

  
(підпис)

Сінчук О. М.  
(прізвище та ініціали)

Схвалено Вченою радою електротехнічного факультету

Протокол від "11" вересня 2019 року № 1

Голова

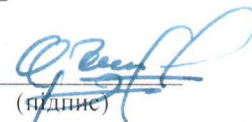
  
(підпис)

Федотов В. О.  
(прізвище та ініціали)

Схвалено групою забезпечення ОПП (ОНП) третього освітнього рівня на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Протокол від "27" серпня 2019 року № 1

Гарант ОПП  
(ОНП)

  
(підпис)

Сінчук О. М.  
(прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти.	Характеристика навчальної дисципліни	
		<b>денна форма навчання</b>	<b>заочна форма навчання</b>
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань <u>14</u> (шифр і назва) <u>Електрична інженерія</u>	Вибіркова дисципліна	
Модулів - 1	Спеціальність 141 <u>”Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”</u>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів - 2		2- й	2- й
Індивідуальне науково-дослідне завдання  (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 120		3 - й	3 - й
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних - 3 самостійної роботи здобувача – 4,5	Ступінь вищої освіти: <u>Доктор філософії</u>	<b>Лекції</b>	
		32 год.	8 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		16 год.	4 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		0 год.	0 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		72 год.	108 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b> год.			
Вид контролю:  екзамен			

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 48/72/0;

для заочної форми навчання – 12/108/0.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс має за мету теоретичну підготовку докторів філософії з курсу автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об'єктів.

Електрична форма енергії має ряд переваг: швидке розповсюдження у провідному і безпровідному середовищі, простота і ефективність перетворення її параметрів, можливість використання як носія передавання інформації. Тому більшість електротехнічного і електронного обладнання використовує її як джерело енергії з певними параметрами. Формування напруги з необхідними параметрами здійснюється спеціалізованими системами електроживлення, які є складовою частиною електронного обладнання.

До систем електроживлення висувається ряд вимог щодо параметрів якості електроенергії, коефіцієнту корисної дії, масогабаритних показників. Серед відомих джерел вторинного електроживлення (ДВЕЖ), обираються такі, що найкраще відповідають поставленим вимогам. Базові схеми ДВЕЖ інтегруються в єдину систему, до якої додаються ланки подавання живлення, плавного пуску, ланки захисту і т.д., які в комплексі утворюють систему електроживлення електронної апаратури (СЕЖ ЕА).

**Метою** вивчення дисципліни є сформувати у молодих науковців (здобувачів) системні знання у сфері новітніх напрямів досліджень, що проводяться у світі в галузі електротехніки, та свідомого формування власного напрямку досліджень.

**Завдання вивчення дисципліни** здобувачем, він повинен бути здатним і продемонструвати такі результати навчання:

1. Знання основних розділів автономних систем електроживлення та останніх досягнень в цих розділах.

2. Знання і розуміння головних проблем, які гальмують розвиток окремих напрямків автономних систем електроживлення.

3. Знання перспективних напрямків досліджень у кожному розділі автономних систем електроживлення.

4. Знання сучасних методів досліджень, що проводяться в окремих розділах автономних систем електроживлення.

5. Уміння об'єктивно оцінювати наслідки впровадження інновації для ефективного функціонування автономних систем електроживлення.

6. Розуміння доцільності власного напрямку дослідження в галузі автономних систем електроживлення.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувача компетентностей:

### **Знати:**

- знання про сучасні тенденції розвитку і найбільш важливі нові наукові досягнення в галузі електротехніки та електроніки, а також перетворювальної техніки;
- систематичні знання і розуміння сучасних наукових теорій і методів та вміння їх ефективно застосовувати для синтезу та аналізу електроенергетичних, електротехнічних або електромеханічних систем;

- здатність ефективно застосовувати методи аналізу, математичне моделювання, виконувати фізичні та математичні експерименти при проведенні наукових досліджень;
- здатність інтегрувати знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв’язанні інженерних задач та проведенні досліджень;
- здатність аргументувати вибір методу розв’язування спеціалізованої задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

**Вміти:**

- уміння здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел;
- уміння застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з інших дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти, під час розв’язання теоретичних та прикладних задач обраної області наукових досліджень;
- уміння ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди;
- уміння оцінити доцільність та можливість застосування нових методів і технологій в задачах синтезу електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем;
- уміння аргументувати вибір методів розв’язування науково-прикладної задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення;
- уміння ефективно спілкуватися на професійному та соціальному рівнях;

Вивчення дисципліни «Автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об’єктів» передбачає засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час у формі самостійної та індивідуальної навчально-дослідної роботи, призначеної формувати практичні навички роботи здобувачів із спеціальною літературою, орієнтувати їх на інтенсивну роботу, критичне осмислення здобутих знань і глибоке вивчення теоретичних і практичних проблем для підвищення якості професійної підготовки.

Результати вивчення курсу «Автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об’єктів» представляються у формі екзамену.

**Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця**

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Гнучкі виробничі комплекси з різними видами сучасних електромеханічних систем, ідентифікація та моделювання складних електромеханічних систем.	Електромеханічні системи з відновлювальними джерелами енергії

У процесі освоєння даної дисципліни здобувач формує і демонструє такі загальні та спеціальні компетентності, які сформовані відповідно до ОНП з підготовки фахівців за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»:

- К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору.
- К02. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницько-інноваційного характеру, генерувати ідеї, приймати обґрунтовані рішення та самостійно працювати під час їх реалізації.
- СК1. Здатність демонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами та комплексами.
- СК3. Здатність демонструвати розуміння специфіки електроенергетики, електротехніки та електромеханіки як науки та вміння правильно її застосовувати при роботі з технічною літературою та іншими джерелами інформації.

**та результатів навчання:**

- ПР07. Уміти виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.
- ПР10. Уміти проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи автоматизованого виробництва, обирати і застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Заліковий модуль 1**

Змістовий модуль 1 “Автономні системи електроживлення“ (60 годин/2,0 кредита)

**Тема 1.** Класифікація систем електроживлення електронної апаратури.

**Тема 2.** Основні тенденції розвитку систем електроживлення.

**Тема 3.** Плавний пуск, захист і організація зворотного зв'язку в СЕЖ.

**Тема 4.** Драйвери люмінесцентних і світлодіодних ламп.

**Тема 5.** Система електроживлення системного блоку персонального комп'ютера.

**Тема 6.** Система електроживлення системного блоку персонального комп'ютера (продовження).

**Тема 7.** Система електроживлення рідкокристалічних моніторів.

**Тема 8.** Джерела безперебійного живлення.

## Заліковий модуль 2

Змістовий модуль 2 “Системи електроживлення різних електромеханічних систем.” (60 годин/2,0 кредита)

**Тема 9.** Джерела живлення електрозварювальних пристроїв.

**Тема 10.** Активні коректори коефіцієнту потужності.

**Тема 11.** Привод електричних двигунів на основі перетворювача з проміжною ланкою постійного струму. Активний випрямляч.

**Тема 12.** Привод електричних двигунів на основі перетворювача з проміжною ланкою постійного струму. Трифазний інвертор напруги.

**Тема 13.** Резонансні перетворювачі.

**Тема 14.** Перетворювачі з м'якою комутацією транзисторів.

**Тема 15.** Високовольтні джерела вторинного електроживлення.

**Тема 16.** Перетворювачі постійної напруги на комутуваних конденсаторах.

### Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пз	лб	інд	с.р.		лк	пз	лб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Заліковий модуль № 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Автономні системи електроживлення.</b>												
<b>Тема 1.</b> Класифікація систем електроживлення електронної апаратури	7	2				5	7	1				6
<b>Тема 2.</b> Основні тенденції розвитку систем електроживлення	7	2				5	7					7
<b>Тема 3.</b> Плавний пуск, захист і організація зворотного зв'язку в СЕЖ	8	2	2			4	8	-	1			7
<b>Тема 4.</b> Драйвери люмінесцентних і світлодіодних ламп	7	2				5	7	1				6
<b>Тема 5.</b> Система електроживлення системного блоку персонального комп'ютера	8	2				6	8	-				8
<b>Тема 6.</b> Система електроживлення системного блоку персонального комп'ютера (продовження)	8	2				6	8	1				7
<b>Тема 7.</b> Система електроживлення рідкокристалічних моніторів	7	2				5	7	1				6
<b>Тема 8.</b> Джерела безперебійного живлення	8	2	2			4	8	-	1			7
<b>Всього за заліковим модулем №1</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>54</b>
<b>Заліковий модуль № 2</b>												
<b>Змістовий модуль 2. Системи електроживлення різних електромеханічних систем.</b>												
<b>Тема 9.</b> Джерела живлення електрозварювальних пристроїв.	7	2	-			5	7	-	-			7



<b>Тема 10.</b> Активні коректори коефіцієнту потужності	7	2	-			5	7	-	-			7
<b>Тема 11.</b> Привод електричних двигунів на основі перетворювача з проміжною ланкою постійного струму. Активний випрямляч	7	2				5	7	-	-			7
<b>Тема 12.</b> Привод електричних двигунів на основі перетворювача з проміжною ланкою постійного струму. Трифазний інвертор напруги	8	2	4			2	8	1	1			6
<b>Тема 13.</b> Резонансні перетворювачі	7	2				5	7	-				7
<b>Тема 14.</b> Перетворювачі з м'якою комутацією транзисторів	8	2				6	8	1				7
<b>Тема 15.</b> Високовольтні джерела вторинного електроживлення	8	2	4			2	8	1	1			6
<b>Тема 16.</b> Перетворювачі постійної напруги на комутованих конденсаторах	8	2	4			2	8	1				7
<b>Всього за заліковим модулем №2</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	-	-	<b>32</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	-	-	<b>54</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	-	-	<b>72</b>	<b>120</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	-	-	<b>108</b>

#### 4. Теми семінарських занять

Не передбачено навчальним планом.

#### 5. Теми практичних занять

Практичні роботи здобувачів виконують самостійно і захищають в бесіді з викладачем

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
<b>Заліковий модуль 1</b>			
Пз.1	Розрахунок випрямляча на ємнісне навантаження.	2	1

Пз.2	Розрахунок випрямляча на індуктивне навантаження.	2	1
<b>Заліковий модуль 2</b>			
Пз.3	Розрахунок стабілізатора напруги компенсаційного типу.	4	-
Пз.4	Розрахунок перетворювача постійної напруги з двотактним автогенератори	4	1
Пз.5	Розрахунок напівпровідникового перетворювача напруги з незалежним збудженням	4	1
	Разом:	16	4

## 7. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

## 8. Самостійна робота

Організація і контроль самостійної роботи здобувачів зорієнтовані на використання кредитно–модульної системи організації навчального процесу (КМСОНП). Обсяг самостійної роботи та порядок її організації, а також система контролю та оцінювання результатів доводяться до здобувачів на одному з перших занять семестру.

Вивчення здобувачами дисципліни «Автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об'єктів» у поза аудиторний час складається з повторення та засвоєння теорії по підручнику, конспекту та слідкуванням за розвитком наукового напрямку дисципліни за рахунок матеріалів всеукраїнських, міжнародних конференцій, та вітчизняних та закордонних видання. Розуміння та засвоєння пройденого матеріалу дозволяє активно засвоювати нові теоретичні положення. У свою чергу, такі форми роботи допомагають краще зрозуміти теорію, сприяють придбанню практичних навичок та розуміння розвитку наукового напрямку дисципліни з подальшим використанням для написання дисертаційної роботи.

При підготовці до практичних роботи здобувач повинен:

а) зрозуміти мету роботи та основні теоретичні положення, що використовуються в ній. Для самоконтролю у методичних вказівках до роботи приведені контрольні питання;

б) заготовити усі необхідні для виконання роботи матеріали: схеми, таблиці, папір для графіків тощо; це прискорює та полегшує оформлення роботи, яке рекомендується здійснювати під час практичних занять в аудиторії.

Недоцільно відкладати оформлення роботи на тривалий строк. Слід прагнути так організувати роботу на практичних заняттях, щоб оформити звіт під час занять.

Усі виникаючі питання з теорії, практичних робіт слід записувати і одержати на них відповідь у час найближчої консультації.

## Перелік тем та обсяг часу для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	<b>Тема 1.</b> Класифікація систем електроживлення електронної апаратури	5	6
2	<b>Тема 2.</b> Основні тенденції розвитку систем електроживлення	5	7
3	<b>Тема 3.</b> Плавний пуск, захист і організація зворотного зв'язку в СЕЖ	4	7
4	<b>Тема 4.</b> Драйвери люмінесцентних і світлодіодних ламп	5	6
5	<b>Тема 5.</b> Система електроживлення системного блоку персонального комп'ютера	6	8
6	<b>Тема 6.</b> Система електроживлення системного блоку персонального комп'ютера (продовження)	6	7
7	<b>Тема 7.</b> Система електроживлення рідкокристалічних моніторів	5	6
8	<b>Тема 8.</b> Джерела безперебійного живлення	4	7
9	<b>Тема 9.</b> Джерела живлення електрозварювальних пристроїв.	5	7
10	<b>Тема 10.</b> Активні коректори коефіцієнту потужності	5	7
11	<b>Тема 11.</b> Привод електричних двигунів на основі перетворювача з проміжною ланкою постійного струму. Активний випрямляч	5	7
12	<b>Тема 12.</b> Привод електричних двигунів на основі перетворювача з проміжною ланкою постійного струму. Трифазний інвертор напруги	2	6
13	<b>Тема 13.</b> Резонансні перетворювачі	5	7
14	<b>Тема 14.</b> Перетворювачі з м'якою комутацією транзисторів	6	7
15	<b>Тема 15.</b> Високовольтні джерела вторинного електроживлення	2	6
16	<b>Тема 16.</b> Перетворювачі постійної напруги на комутованих конденсаторах	2	7
	Разом:	72	108

### 9. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

### 10. Методи навчання

У процесі викладання дисципліни «Автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об'єктів» використовуються різні методи та форми викладання і навчання.

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні роботи.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико – синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково – пошуковий, дослідницький. Види занять з дисципліни: *лекції, практичні заняття, самостійна робота.*

### **10.1 Лекційні заняття**

Основним видом навчальних занять з дисципліни «Автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об'єктів» є лекції. У процесі засвоєння матеріалу надзвичайно важливо засвоїти не тільки кінцеві результати у вигляді розрахункових формул та методів, а й забезпечити формування електротехнічного мислення, розуміння фізичних процесів. При проведенні лекцій враховується, що значна частина матеріалу виноситься на самостійну роботу. На лекціях акцентується увага на головних моментах теорії та вмінні використовувати її в практичній роботі.

### **10.2 Практичні заняття**

Важливу роль при вивченні дисципліни відіграють практичні заняття. На практичних заняттях здобувачі під керівництвом викладача особисто проводять обчислювальні експерименти з метою практичного підтвердження основних теоретичних положень дисципліни, набувають практичних навичок роботи з віртуальним лабораторним устаткуванням, вимірювальними приладами, методикою експериментального дослідження електроустаткування.

У процесі індивідуального захисту практичних робіт кожен здобувач отримує відповідну оцінку з урахуванням, активності при виконанні роботи, якості її оформлення та захисту.

При підготовці до практичної роботи здобувач повинен:

а) зрозуміти мету роботи та основні теоретичні положення, що використовуються в ній. Для самоконтролю у методичних вказівках до роботи приведені контрольні питання;

б) заготовити усі необхідні для виконання роботи матеріали: схеми, таблиці, папір для графіків тощо; це прискорює та полегшує оформлення роботи, яке рекомендується здійснювати під час практичних занять в аудиторії.

Недоцільно відкладати оформлення роботи на тривалий строк. Слід прагнути так організувати роботу на практичних заняттях, щоб оформити звіт під час занять.

Усі виникаючі питання з теорії, практичних робіт слід записувати і одержати на них відповідь у час найближчої консультації.

При підготовці до практичних занять здобувач повинен згадати теоретичні положення, що будуть використовуватися на майбутньому занятті, та виконати завдання викладача з матеріалу минулого заняття. Рекомендується ознайомитися з вирішеними задачами по задачнику і підручнику. Усі виникаючі питання з теорії, практичних робіт та задач слід записувати і одержати на них відповідь у час найближчої консультації.

### **10.3 Взаємозв'язок аудиторної та самостійної роботи здобувачів при вивченні дисципліни**

У ході вивчення дисципліни здобувач слухає лекції з теоретичного матеріалу, ряд питань виносяться на самостійне вивчення. Контроль засвоєння матеріалу проводиться за результатами модульного опитування. Для допомоги здобувачу в освоєнні теоретичного матеріалу лекційних занять і самостійної роботи передбачаються консультації викладача.

### **10.4 Консультації**

Передбачені консультації для роботи здобувачів та викладачів у діалоговому режимі.

### **10.5 Технічне та програмне забезпечення дисципліни**

При проведенні лекційних занять необхідно проекційне обладнання поєднане з комп'ютером. Для проведення практичних робіт використовуються комп'ютери, з використанням програмних пакетів математичного аналізу.

## **11. Методи оцінювання успішності навчання**

### **11.1 Структура контролю для здобувачів денної форми навчання**

Основними завданнями контролю знань здобувачів з дисципліни є оцінювання засвоєння ними теоретичних знань і практичних навичок, отриманих під час навчання.

Контрольні заходи мають виконувати наступні функції:

- стимулювати систематичну самостійну роботу над навчальним матеріалом;
- забезпечувати закріплення та реалізацію набутих теоретичних знань при виконанні практичних завдань;

Оцінювання знань здобувачів складається з поточного та модульного контролю.

**Поточний контроль** знань здобувачів передбачає оцінювання за наступними основними напрямками:

- перевірка теоретичних знань;
- виконання контрольних модульних робіт (КМР);
- перевірка виконання практичних робіт.

З даних компонентів складаються загальні бали, які фіксуються в журналі викладача.

Оцінювання рівня засвоєння теоретичних знань здобувачів проводиться під час опитування по теоретичним матеріалам та за результатами захисту звітів з практичних робіт.

**Модульний контроль** здійснюється після закінчення змістового модуля. Модульний контроль передбачає врахування результатів поточного контролю

(теоретичних знань, виконання практичних робіт) і результатів контрольно-модульної роботи.

Для оцінювання успішності здобувачів використовується модульно-рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання усіх запланованих видів робіт. Максимальну кількість 100 балів за опановану дисципліну здобувач отримує при умові його бездоганного виконання. Ця сума складається з балів, які здобувач поступово накопичує за виконання контрольно-модульних робіт та за виконання практичних робіт. Критерії оцінки кожного модуля наведені в таблиці.

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Змістові модулі № 1,2	
Поточний контроль:	
- поточний усний контроль	30
- практичні роботи	20
Контрольно-модульні роботи № 1,2	20
Екзамен	30
Всього за семестр	100

Контрольно-модульна робота складається з теоретичних питань та практичного завдання. Вона може бути оцінена з максимальною кількістю балів – 10, при найвищій якості її виконання. При зниженні якості КМР зменшується і сума балів відповідно до шкали, що наведена в таблиці.

Відсоток правильних відповідей	0-34	35-59	60-73	74-81	82-89	90-100
Сума балів за КМР	0	2	4	6	8	10

Практичні роботи у будь-якому модулі відображають оволодіння навичками та вміння застосовувати знання на практиці. При зниженні якості виконання тієї чи іншої практичної роботи, знижується і кількість балів, якою вони оцінюються.

Оцінювання практичних робіт ведеться з наступними показниками:

- своєчасність виконання завдання (у тиждень згідно із графіком робіт);
- своєчасність захисту (у тиждень наступний за тижнем планового виконання завдання);
- якість звіту (відповідність вимогам до змісту та оформлення);
- підготовленість здобувача до захисту завдання (його спроможність грамотно прокоментувати свою роботу та відповісти на додаткові питання).

Кожний із наведених показників оцінюється певною кількістю балів, а оцінка всієї практичної роботи (4 балів) – ця сума балів за рівень відповідей наведена в таблиці.

Кількість балів за показник							Всього
Своєчасність виконання		Своєчасність захисту		Якість звіту	Захист звіту	Самостійність виконання	
вчасно	невчасно	вчасно	невчасно				
0,5	0,25	0,5	0,25	1,0	1,5	0,5	4

Оцінювання усних відповідей здобувача по темах дисципліни ведеться за певною кількістю балів, а оцінка всієї роботи (2 бали) – ця сума балів за рівень відповідей наведена нижче:

- повнота розкриття питань – 1 бал;
- логіка викладання, культура мови – 1 бал;

**Підсумковий контроль** складається з результатів модульного контролю, поточного контролю

**Семестровий контроль** здійснюється в письмовій формі по білетах. Зміст і структура екзаменаційних білетів та критерії оцінювання обговорюються та визначаються рішенням кафедри.

Зміст питань комплексу екзаменаційних білетів (контрольних завдань) має повністю охоплювати робочу навчальну програму дисципліни або її частину, яка виноситься на семестровий контроль, та забезпечувати перевірку всіх знань, навичок і умінь відповідного рівня, що передбачені програмою. Кількість екзаменаційних білетів для усного екзамену має перевищувати кількість здобувачів у навчальній групі не менше, ніж на 5.

Критерії оцінювання екзамену (відповіді здобувача) мають враховувати, насамперед, її повноту і правильність, а також здатність здобувача: узагальнювати отримані знання; застосовувати правила, принципи, закони в конкретних ситуаціях; аналізувати та оцінювати факти, інтерпретувати схеми, графіки; викладати матеріал чітко, логічно, послідовно.

Складові оцінювання відповіді здобувача на екзамені при максимальній кількості (30 балів):

- повнота розкриття питань білету – 20 балів;
- обґрунтованість побудови автономних систем електроживлення стаціонарних та рухомих об'єктів – 5 балів;
- аналітичність міркування, вміння робити порівняння, правильний і обґрунтований висновок – 5 балів.

Семестровий контроль реалізується через визначення кількості набраних балів з дисципліни за семестр та визначення оцінки якості засвоєння дисципліни згідно шкали оцінок:

## Шкала оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Національна шкала успішності	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	100-бальна система оцінювання
відмінно	<i>A</i>	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначними помилками	90-100
добре	<i>B</i>	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	80-89
	<i>C</i>	ДОБРЕ – в цілому правильна робота з певною кількістю грубих помилок	71-79
задовільно	<i>D</i>	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	61-70
	<i>E</i>	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні потреби	50-60
незадовільно	<i>FX</i>	НЕЗАДОВІЛЬНО – із можливістю повторного складання	30-49
	<i>F</i>	НЕЗАДОВІЛЬНО – з обов'язковим повторним вивченням модуля	0-29

### 11.2 Структура контролю для здобувачів заочної форми навчання

Для оцінювання успішності здобувачів використовується модульно-рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання усіх запланованих видів робіт. При цьому максимальна кількість балів за умови бездоганного їх виконання становить 100.

Критерії визначення оцінки кожного модуля наведені у таблиці.

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Змістові модулі № 1,2	
Поточний контроль:	
- поточний усний контроль	50
- практичні роботи	20
- екзамен	30
Всього за семестр	100

**Поточний контроль** здійснюється під час проведення практичних занять. При проведенні практичних занять проводиться перевірка рівня підготовленості здобувача до виконання конкретної роботи згідно з темою заняття. Після виконання кожної практичної роботи здобувач складає звіт, який потім захищає. Розподіл балів оцінювання практичної роботи наведений у таблиці.

Кількість балів за показник							Всього
Своєчасність виконання		Своєчасність захисту		Якість звіту	Захист звіту	Самостійність виконання	
вчасно	невчасно	вчасно	невчасно				
0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,5	0,5	5



Оцінювання усних відповідей здобувача по темах дисципліни ведеться за певною кількістю балів, а оцінка всієї роботи (3 балів перші 8 тем, по 3 бали 9-14 теми і по 4 бали 15-16 теми) – ця сума балів за рівень відповідей наведена нижче:

Для тем 1-8:

- повнота розкриття питань – 2 бал;
- логіка викладання, культура мови – 1 бал.

Для тем 9-14:

- повнота розкриття питань – 2 бал;
- логіка викладання, культура мови – 1 бал.

Для тем 15-16:

- повнота розкриття питань – 3 бал;
- логіка викладання, культура мови – 1 бал.

Підсумковий контроль складається з результатів поточного. Загальний результат підсумкового контролю фіксується у балах національної шкали.

## **Перелік питань для підсумкового контролю знань, умінь та навичок**

### **Змістовий модуль №1**

1. Дайте визначення терміну «Система електроживлення електронної апаратури».
2. Наведіть основні показники класифікації СЕЖ ЕА.
3. Назвіть типи СЕЖ залежно від рівня інтеграції окремих ДВЕЖ.
4. Вкажіть основні відмінності централізованих і децентралізованих СЕЖ.
5. Наведіть приклади вимог щодо технічних показників СЕЖ для живлення різних типів апаратури.
6. Вкажіть за якого значення вхідної напруги забезпечується найвищий ККД перетворення параметрів електричної енергії.
7. Перелічіть типи обладнання, для якого є важливим строк роботи СЕЖ до першої відмови.
8. Перелічіть назви приладів, які використовувались як ключові елементи перетворювачів.
9. Назвіть основні переваги перетворювачів з без трансформаторним входом.
10. Перелічіть проблеми, які потрібно було вирішити при використанні перетворювачів з безтрансформаторним входом.
11. Поясніть причину погіршення електромагнітної сумісності з мережею за умови використання перетворювачів з без трансформаторним входом.

12. Назвіть фактори, які спричинили використання резонансних перетворювачів.
13. Перелічіть методи подавання живлення в багатоканальній СЕЖ.
14. Опишіть один з методів схемної реалізації послідовного порядку подавання живлення.
15. Обґрунтуйте доцільність використання систем плавного пуску.
16. Поясніть принцип роботи системи плавного пуску з плавним збільшенням напруги опорного джерела.
17. Поясніть принцип роботи компараторної системи плавного пуску.
18. Поясніть принцип організації множинного зворотного зв'язку за напругою у багатоканальній СЕЖ.
19. Поясніть принцип організації зворотного зв'язку в СЕЖ, у яких система керування гальванічно розв'язана від силової частини.
20. Назвіть стандарт, який регламентує основні технічні показники систем електроживлення персональних комп'ютерів.
21. Перелічіть значення напруг каналів, які є обов'язковими для використання в СЕЖ персонального комп'ютера.
22. Опишіть процес дистанційного ввімкнення персонального комп'ютера.
23. Назвіть основні функціональні вузли, що входять до структури СЕЖ персонального комп'ютера.
24. Назвіть функціональне призначення допоміжного джерела живлення персонального комп'ютера.
25. Вкажіть топології перетворювачів, які використовуються як допоміжне джерело живлення персонального комп'ютера.
26. Вкажіть яким чином блок живлення персонального комп'ютера адаптовано до двох стандартів напруги змінного струму 115 В і 220 В.
27. Назвіть марку мікросхеми, яку переважно використовують як вузол керування в блоці живлення персонального комп'ютера.
28. Вкажіть схемотехнічне рішення, яке найчастіше використовують на практиці для плавного пуску СЕЖ персонального комп'ютера.
29. Перелічіть можливі варіанти проектування вихідного каскаду системи керування
30. Опишіть принцип за яким реалізується дистанційне ввімкнення персонального комп'ютера з використанням мікросхеми TL494.
31. Перелічіть аварійні ситуації від яких захищає схема захисту СЕЖ персонального комп'ютера.
32. Опишіть методи зменшення втрат, які використано у вихідному каскаді СЕЖ персонального комп'ютера.

33. Опишіть принцип стабілізації напруги каналів СЕЖ персонального комп'ютера.
34. Перелічіть блоки, які можуть додатково входити до складу ШІМ-контролерів комп'ютерних СЕЖ у порівнянні з мікросхемою TL494.
35. Перелічіть основні типи джерел безперебійного живлення.
36. Вкажіть форму напруги ДБЖ типу off-line у режимі роботи від акумулятора.
37. Поясніть основні переваги лінійно-інтерактивних ДБЖ у порівнянні з ДБЖ типу off-line.
38. Вкажіть яким чином у лінійно-інтерактивних ДБЖ усувається пауза у подаванні напруги під часу переходу в інший режим роботи.
39. Поясніть чому ККД ДБЖ з подвійним перетворенням менший, ніж у лінійно-інтерактивних ДБЖ.
40. Опишіть основні відмінності роботи ДБЖ з подвійним перетворенням у порівнянні з ДБЖ типу off-line.
41. Опишіть основний принцип роботи ферорезонансного ДБЖ.
42. Вкажіть яким чином у ферорезонансних ДБЖ усувається пауза у подаванні напруги під часу переходу в інший режим роботи.

## **Змістовий модуль №2**

1. Вкажіть основне призначення коректорів коефіцієнту потужності.
2. Перелічіть типи коректорів потужності та їх особливості роботи.
3. Назвіть причину використання перетворювача підвищувального типу у коректорах коефіцієнту потужності.
4. Вкажіть частоти на які повинні бути розраховані індуктивність і ємність перетворювача коректора потужності.
5. Опишіть особливості роботи коректорів потужності на основі ШІМ і ЧІМ.
6. Опишіть спосіб стабілізації вихідної напруги коректора за умови коливання напруги мережі.
7. Вкажіть метод задавання частоти роботи мікросхеми коректора UC2854.
8. Наведіть переваги використання електричного привода двигунів.
9. Опишіть принцип регулювання електромагнітного моменту двигуна за допомогою електропривода.
10. Опишіть структуру електропривода з ланкою постійного струму.
11. Перелічіть способи керування силовими транзисторами активного випрямляча.
12. Наведіть недолік незалежного керування транзисторами випрямляча.

13. Вкажіть яким чином регулюється обсяг споживаної активної і реактивної потужності активним випрямлячем.
14. Вкажіть спосіб керування, який використовується для досягнення значень коефіцієнта потужності, близьких до одиниці.
15. Перелічіть можливі стани ключів трифазного інвертора.
16. Наведіть кількість рівнів вихідної напруги трифазного інвертора.
17. Дайте визначення комутувальної функції.
18. Охарактеризуйте форму вхідного струму інвертора з ШІМ.
19. Порівняйте спекральний склад вихідної напруги однофазного і трифазного інверторів.
20. Опишіть недолік перетворювачів частоти з ланкою постійного струму, який стосується амплітуди першої гармоніки вихідної напруги.
21. Опишіть принцип збільшення амплітуди першої гармоніки в трифазних інверторах.
22. Опишіть принцип формування напруги з передмодуляцією третьою гармонікою.
23. Опишіть принцип формування напруги на основі векторної ШІМ.
24. Обґрунтуйте доцільність підвищення частоти роботи перетворювачів електричної енергії.
25. Поясніть принцип зменшення динамічних втрат енергії у резонансних і квазірезонансних перетворювачах електричної енергії.
26. Вкажіть причину збільшення статичних втрат у резонансних перетворювачах.
27. Перелічіть переваги використання перетворювачів з м'якою комутацією порівняно з резонансними перетворювачами.
28. Вкажіть елементи перетворювача, які зазвичай використовують як резонансний контур у перетворювачах з м'якою комутацією.
29. Вкажіть від яких параметрів залежить струм підмагнічування трансформатора прямоходового перетворювача.
30. Зазначте необхідну умову для комутації напруги за нульового значення напруги в прямоходовому перетворювачі.
31. Опишіть процес комутації транзисторів у несиметричному напівмостовому перетворювачі.
32. Перелічіть переваги несиметричного мостового перетворювача у порівнянні з прямоходовим перетворювачем.
33. Наведіть критерії класифікації високовольтних ДВЕЖ.
34. Перелічіть сфери застосування високовольтних ДВЕЖ.

35. Наведіть основні характеристики високовольтних ДВЕЖ рентгенівської апаратури.
36. Перелічіть ланки захисту високовольтних ДВЕЖ.
37. Перелічіть основні типи схем формування імпульсів високовольтними ДВЕЖ.
38. Перерахуйте основні типи багаторівневих інверторів.
39. Наведіть переваги і недоліки модульних багаторівневих інверторів.
40. Опишіть принцип формування вихідної напруги багаторівневими інверторами.
41. Вкажіть сферу застосування ДВЕЖ на комутованих конденсаторах.
42. Перерахуйте переваги і недоліки ДВЕЖ на комутованих конденсаторах.
43. Опишіть принцип роботи ДВЕЖ на комутованих конденсаторах.
44. Назвіть дві модифікації контролерів ДВЕЖ на комутованих конденсаторах.
45. Назвіть спосіб регулювання частоти в контролері ADM660.
46. Перелічіть Основні параметри контролера ADM660
47. Опишіть принцип стабілізації вихідної напруги перетворювачів на комутованих конденсаторах.

### 13. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «**Автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об'єктів**» для здобувачів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання (розробили: професор Сінчук О.М., асистент Пересунько І.І., 2019 р.).
2. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «**Автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об'єктів**» для здобувачів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання (розробив професор Сінчук О.М., асистент Пересунько І.І., 2019 р.).
3. Конспект лекцій з дисципліни «**Автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об'єктів**» для здобувачів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» всіх форм навчання (розробив професор Сінчук О.М., асистент Пересунько І.І., 2019 р.).

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. В.И. Мелешин. Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2005. – 632 с.

2. Пететворювальна техніка. Підручник. Ч. 2 / Ю.П. Гончаров, О.В. Будьонний, В.Г. Морозов, М.В. Панасенко, В.Я. Ромашко, В.С. Руденко. За ред. В.С. Руденка. – Харків: Фоліо, 2000. – 360 с.
3. Куличков А.В. Импульсные блоки питания для IBM PC. 2-е изд. стер. М.: ДМК Пресс, 2002. – 120 с.
4. Кучеров Д.П., Куприянов А.А. Современные источники ПК и периферии. Полное руководство. СПб.: Наука и техника, 2007. – 352 с.
5. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник/ Г. С. Найвельт, К. Б. Мазель, Ч. И. Хусаинов и др.; Под ред. Г. С. Найвельта. — М.: Радио и связь, 1985. — 576 с.
6. Источники питания для сварки. В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. Айрис-пресс, 2007. – 376 с.
7. Саркис Эраносян. Квазирезонансные источники вторичного электропитания: проблемы, новый взгляд // Саркис Эраносян, Владимир Ланцов. Силовая Электроника, № 3, 2007. – с. 78-84.
8. Зиновьев Г.С. Силовая электроника. – М.: Юрайт, 2012. – 667 с.
9. Павел Сергеев. Особенности проектирования источников питания сварочной дуги с микропроцессорным управлением. Силовая Электроника, № 5, 2009. – с. 94-97.
10. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для вузов. Костиков В.Г., Парфенов Е.М., Шахнов В.А. М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 344 с.
11. Саркис Эраносян. Эволюция вторичных источников электропитания: от прошлого к будущему. Часть 1. // Саркис Эраносян, Владимир Ланцов. Силовая Электроника, № 4, 2008. – с. 26-31.
12. Саркис Эраносян. Электромагнитная совместимость импульсных источников питания: проблемы и пути их решения. Часть 1 // Саркис Эраносян, Владимир Ланцов. Силовая Электроника, № 4, 2006. – с. 58-64.
13. Владимир Ланцов. Мощные высоковольтные источники питания // Владимир Ланцов, Евгений Владимиров. Силовая Электроника, № 5, 2010. – с. 64-70.

### **Допоміжна**

1. Енергетична електроніка. Жуйков В.Я., Рогаль В.В., Будьонний О.В., Пілінський В.В. Київ, 2008. Електронний підручник. <http://fel.kpi.ua/lib/pidruchniki>
2. Колосов В.А., Лукин А.В., Сергеев Б.С. Схемотехника высокочастотных преобразователей напряжения. Справочное пособие под ред. В.А. Колосова. – (Силовая электроника РЭА). Вып. 3.- М.: АОВТ и ПЭ. 1993. – 150 с.
3. Справочник. Березин О.К., Костиков В.Г., Шахнов В.А. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры.: М. „Три Л”. 2000. – 400 с.

4. Функциональные устройства систем электропитания наземной РЭА/ В.В. Авдеев, В.Г. Костиков, А.М. Новожилоа, В.И. Чистяков; Под. ред. В.Г. Костикова. – М.: Радио и связь, 1990. – 192 с.

5. Step-Up Switching-Mode Converter With High Voltage Gain Using a Switched-Capacitor Circuit. Oded Abutbul, Amir Gherlitz, Yefim Berkovich, and Adrian Ioinovici. IEEE Transactions on Circuits and Systems—I: Fundamental Theory and Applications, Vol. 50, № 8, 2003. – p. 1098-1102.

6. Brain Rush. Power Supply Sequencing for Low Voltage Processors // EDN. 2000.

## 15. Інформаційні ресурси

Для забезпечення студентів необхідним методичним матеріалом використовується освітній портал ДВНЗ КНУ, де розміщені наступні методичні матеріали а саме: робоча програма дисципліни, конспект лекції, методичні вказівки для практичної та самостійної роботи, список рекомендаційної літератури. Електронна бібліотека Криворізького національного університету. – Режим доступу до електронних ресурсів: <http://lib.ktu.edu.ua/>.

## 16. Доповнення та зміни до робочої програми

п/п	Дата внесення змін	Зміст змін, доповнень	Підстава до внесення змін, доповнень (№ і дата наказу, рішення вченої ради, засідання кафедри, підпис завідуючого кафедрою)	Погодження випускаючої кафедри (№ і дата засідання кафедри, підпис завідуючого кафедрою)



## ДОДАТОК 1

## Робочий план з дисципліни «Автономні системи електроживлення стаціонарних та рухомих об'єктів»

## Семестр 3

Вид навчальної роботи	Годин у семестрі/кредити	Тиждень																Вид підсумкового контролю
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Лекційні заняття	32/1,0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Лабораторні роботи																		
Практичні заняття	16/0,5			2					2				4			4	4	
Самостійна робота	72/2,5	5	5	4	5	6	6	5	4	5	5	5	2	5	6	2	2	
Індивідуальна робота (курсова робота)																		
Проміжні форми контрольних заходів									MP1								MP2	
Всього годин/кредитів	120/4,0	7	7	8	7	8	8	7	8	7	7	7	8	7	8	8	8	екзамен

Позначки: ПК - поточний контроль; КМР - контрольна модульна робота.

Викладач: канд. техн. наук, доцент Сінчук І.О.