


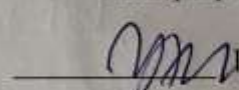
до наказу від _____ 2022 р. № _____

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра електропостачання ім. проф. В. М. Синькова.

 **“ЗАТВЕРДЖУЮ”**
Директор ННІ ЕАіЕ
Каплун В. В.
2022р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри електропостачання
ім. проф. В. М. Синькова
Протокол № 14 від “2” травня 2022р
Завідувач кафедри
 Козирський В.В.

“РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОП доктор технічних наук, професор,
професор кафедри електропостачання
ім. проф. В.М. Синькова
Гарант ОП
 Гребченко М.В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ
ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

спеціальність 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
Розробник: к.т.н., доц. Гай Олександр Валентинович

Київ – 2022 р.

1. Опис навчальної дисципліни

“Управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж”

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>	
Освітня програма	<i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна (вибіркова)	
Загальна кількість годин	_____140_____	
Кількість кредитів ECTS	_____5_____	
Кількість змістових модулів	_____5_____	
Курсовий проект (робота) <small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small>		
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	_____2022-2023_____	_____2022-2023_____
Семестр	_____2_____	_____2_____
Лекційні заняття	_____30_____ год.	_____6_____ год.
Практичні, семінарські заняття	_____30_____ год.	_____ год.
Лабораторні заняття	_____0_____ год.	_____6_____ год.
Самостійна робота	_____80_____ год.	_____112_____ год.
Індивідуальні завдання	_____ год.	_____ год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	_____6_____ год. _____8_____ год.	

2. Мета, завдання та компетенції навчальної дисципліни

Основна мета навчальної дисципліни “ УПРАВЛІННЯ НАДІЙНІСТЮ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ” полягає в формуванні у здобувачів компетентностей в області теорії надійності електричних мереж щодо синтезу надійності, а саме вибору раціональних рішень при плануванні, проектуванні, спорудженні й експлуатації регіональних електричних мереж, а також при виготовленні та використанні устаткування, що забезпечує необхідний рівень надійності, вироблення необхідних вмінь та навичок щодо управління надійністю роботи регіональних електричних мереж з точки зору їх відповідності сучасним вимогам та законодавчим нормам.

В електроенергетиці розрізняють два класи задач, розв'язуваних з урахуванням надійності: задачі аналізу (оцінні) і задачі синтезу (оптимізаційні). До задач аналізу відноситься кількісна оцінка показників надійності елементів і систем, надійності електропостачання (ЕП) споживачів при відомих параметрах, режимах, конфігурації систем електропостачання (СЕП). **Задачі синтезу надійності** полягають у виборі раціональних рішень при плануванні, проектуванні, спорудженні й експлуатації електроенергетичних систем (ЕЕС), а також при виготовленні устаткування, що забезпечує необхідний рівень надійності. У результаті вивчення курсу бакалавр повинний: *мати представлення:*

про взаємозв'язок навчальної дисципліни з іншими спеціальними дисциплінами;

про роль досліджень в області проектування та надійності ЕС у сучасній електроенергетиці;

знати:

порядок підготовки вихідних документів, інформації та стадії проведення проектних робіт;

показники надійності і показники ризику, методи їхнього розрахунку, шляхи і засоби підвищення надійності елементів ЕЕС;

нормативну базу проектування систем електропостачання;

уміти:

- аналізувати схеми електричних мереж;

- аналізувати режими роботи систем електропостачання з точки зору їх відповідності вимогам щодо надійності і економічності роботи та якості передаваної електроенергії;

- обґрунтовувати заходи з підвищення надійності роботи систем електропостачання, зниження втрат електричної енергії в мережах та забезпечення нормованих показників якості електричної енергії для споживачів

- аналізувати види відмов;

-аналізувати кількісну характеристику властивостей, що визначають надійність електроенергетичного об'єкта;

проводити розрахунок показників надійності;

приймати раціональні рішення для підвищення надійності об'єктів

ЕЕС.

Перелік дисциплін, що повинні передувати вивченню даної дисципліни: : вища математика (розділи - обчислення функцій однієї та багатьох незалежних змінних, теорія імовірності, методи оптимізації); теоретичні основи електротехніки; контрольно-вимірювальних приладів з основами метрології (розділ - принципи роботи електровимірювальних приладів), електричних машин (розділ - режими роботи електричних машин); математичні задачі енергетики; техніка високих напруг; електрична частина станцій і підстанцій; основи проектування механічної частини ЛЕП.

Перелік дисциплін, вивченню яких передуює дана дисципліна: електричні системи та мережі; перехідні процеси в електроенергетиці; системи електропостачання об'єктів; релейний захист та автоматизація в СЕП.

Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни



Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
3. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
5. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.
6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
8. Здатність виявляти та оцінювати ризики.
9. Здатність працювати автономно та в команді.

Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням. фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
3. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
4. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
5. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
6. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
7. Здатність демонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
8. Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

9. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
10. Здатність керувати проектами і оцінювати їх результати.
11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем.
12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.
13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Здатність публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Змістовний модуль1. Основні принципи та методи оптимізації в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.

Тема лекційного заняття 1.

Методи розв'язання математичних моделей в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.

Тема лекційного заняття 2.

Об'єкти та критерії оптимізації в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.

Тема лекційного заняття 3

Основні завдання експериментальної оптимізації в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж..

Тема лекційного заняття 4

Активні методи пошуку екстремума в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.

Змістовний модуль2. Принципи розв'язання оптимізаційних в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.

Тема лекційного заняття 1.

Загальні принципи побудови математичних моделей типового електрообладнання в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.

Тема лекційного заняття 2.

Методи моделювання режимів та параметрів в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.

Тема лекційного заняття 3.

Особливості розв'язування оптимізаційних задач методами лінійного програмування в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.

Тема лекційного заняття 4.

Особливості та основні методи розв'язування багатокритеріальних задач і задач стохастичного програмування в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин												
	Денна форма							Заочна форма					
	тижні	усього	у тому числі					у тому числі					
			л	лаб	п р.	ін .	с.р.	усього	л	п	лаб	ін.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Змістовний модуль1. Основні принципи та методи оптимізації в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж..													
Тема1. Методи розв'язання математичних моделей в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.	1-2	21	4	4	-		13	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Об'єкти та критерії оптимізації в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.	3-4	25	6	5	-		14	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Основні завдання експериментальної оптимізації. Активні методи пошуку екстремума в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.	5-6	24	5	6	-		13	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовним модулем 1.		70	15	15	-		40	-	-	-	-	-	-
Змістовний модуль2. Принципи розв'язання оптимізаційних в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.													
Тема 1. Загальні принципи побудови математичних		18	3	5	-		10	-	-	-	-	-	-

моделей типового електрообладнання в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.	7-8												
Тема2. Методи моделювання режимів та параметрів в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.	9-11	17	4	3	-		10	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Особливості розв'язування оптимізаційних задач методами лінійного програмування в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.	12-13	17	4	3	-		10	-	-	-	-	-	-
Тема4. Особливості та основні методи розв'язування багатокритеріальних задач і задач стохастичного програмування в задачах управління надійністю та енергоефективністю електричних мереж.	14-18	18	4	4	-		10	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовним модулем 2.		70	15	15	-		40	-	-	-	-	-	-
Усього годин		140	30	30	-		80	-	-	-	-	-	-

4. Теми семінарських занять

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення нормативної документації проектування електричних мереж.	2
2	Аналіз планів-схем електричних мереж з метою прогнозування їх	2

	подальшого розвитку.	
3	Аналіз планів-схем електричних мереж та обґрунтування заходів забезпечення надійності електропостачання.	2
4	Розрахунок показників надійності елементів систем електропостачання базуючись на статистичній обробці інформації	4
5	Розрахунок оптимальної кількості та місць розташування засобів автоматичного секціонування розподільних електричних мереж.	4
6	Надійність складних структур	4
7	Методи розрахунку SAIDI-SAIFI	4
8	Вплив показників надійності SAIDI на ефективність роботи електричної мережі	4
9	Розрахунок показників надійності складних систем	2
10	Марковські процеси	2
	Разом	30

6. Теми лабораторних занять

Самостійна робота

Завдання 1 ПРИЧИНИ І ХАРАКТЕР УШКОДЖЕНЬ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Повітряні лінії електропередачі
Кабельні лінії електропередачі
Силові трансформатори
Електричні двигуни
Комутаційні електричні апарати
Релейний захист і автоматика

Завдання 2 МОДЕЛІ ВІДМОВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Види відмов
Класифікація відмов
Типи відмов

Завдання 3 КІЛЬКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ

Зміна інтенсивності відмов в часі
Розрахункові формули для експоненціального закону надійності

Індивідуальні завдання

Завдання 1 ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ОБ'ЄКТІВ

Завдання 2 ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЗА ПОКАЗНИКАМИ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ, ЩО ВХОДЯТЬ В НИХ

Теорема складання вірогідності

Теорема множення вірогідності

Надійність систем з послідовним з'єднанням елементів

Надійність систем з паралельним з'єднанням елементів

Види резервування

Надійність систем при постійному загальному резервуванні

Надійність систем при постійному роздільному резервуванні

Надійність систем із змішаним з'єднанням елементів

Наближений метод перетворення трикутника у зірку і назад

Наближений метод виключення елементів

Завдання 3 РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛОГИКО-ІМОВІРНІСНИМ МЕТОДОМ

Алгебра логіки

Логічні функції працездатності і непрацездатності

Вірогідність працездатного і непрацездатного стану СЭС

Завдання 4 ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ НАДІЙНОСТІ СХЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Облік умисних відключень

Умисні відключення при послідовному з'єднанні елементів

Умисні відключення при паралельному з'єднанні елементів

Вплив організації обслуговування на надійність схем

Вплив надійності комутаційної апаратури і пристроїв □ релейного захисту і автоматики на надійність схем

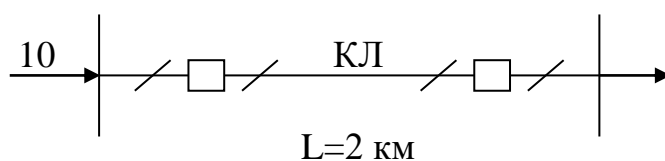
Розрахунок показників надійності схем електропостачання

Розрахунок показників надійності електроустановок

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

1. Проблема надійності в електроенергетиці. Задачі надійності.
2. Моделі надійності устаткування при постійному резервуванні й обмеженому відновленні.

1. Визначити показники надійності системи без урахування надійності роз'єднувачів.



2. Надійність:

1 властивість об'єкта виконувати потрібні функції в певних умовах протягом заданого інтервалу часу чи наробітку

2 властивість об'єкта зберігати у часі в установлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування.

3 властивість об'єкта виконувати потрібні функції до переходу у граничний стан при встановленій системі технічного обслуговування та ремонту

4 властивість об'єкта бути пристосованим до підтримання стану, в якому він здатний виконувати потрібні функції за допомогою технічного обслуговування та ремонту

3. Ремонтопридатність

1 властивість об'єкта бути пристосованим до підтримання стану, в якому він здатний виконувати потрібні функції за допомогою технічного обслуговування та ремонту

2 властивість об'єкта бути здатним виконувати потрібні функції в заданих умовах у будь-який час чи протягом заданого інтервалу часу за умови забезпечення необхідними зовнішніми ресурсами.

3 стан об'єкта, за яким він здатний виконувати усі задані функції об'єкта.

4 сукупність електроустановок, призначених для забезпечення споживачів електричною енергією

4. Відмова:

1 подія, яка полягає у порушенні справного стану об'єкта коли зберігається його працездатність.

2 подія, яка полягає у втраті об'єктом здатності виконувати потрібну функцію, тобто у порушенні працездатного стану.

3 ознака чи сукупність ознак порушення працездатного стану об'єкта, встановлені у нормативній та конструкторській документації.

4 використання об'єкта, які привели до відмови.

5. Термін служби

1 можливий початковий період наробітку об'єкта, протягом якого спостерігається стала тенденція до зменшення параметра потоку відмов, що зумовлено наявністю, поступовим виявленням та усуненням прихованих дефектів

2 інтервал часу, протягом якого виконується вручну чи автоматично операція технічного обслуговування та (чи) ремонту об'єкта, включно з тривалістю затримок через незабезпеченість матеріальними ресурсами

3 інтервал часу, протягом якого об'єкт перебуває в непрацездатному стані через відмову

4 календарна тривалість експлуатації об'єкта від початку чи її поновлення після ремонту до переходу в граничний стан

6. Період приробу:

1 інтервал часу, протягом якого виконується вручну чи автоматично операція технічного обслуговування та (чи) ремонту об'єкта, включно з тривалістю затримок через незабезпеченість матеріальними ресурсами

- 2 можливий початковий період наробітку об'єкта, протягом якого спостерігається стала тенденція до зменшення параметра потоку відмов, що зумовлено наявністю, поступовим виявленням та усуненням прихованих дефектів
- 3 період терміну служби відновлювального об'єкта з приблизно сталим параметром потоку відмов
- 4 поступове незворотне змінювання властивостей об'єкта, спричинене хімічними та (або) фізичними процесами, що самочинно протікають в матеріалах
- 7 Показники надійності
- 1 кількісна характеристика однієї чи декількох із тих властивостей, які в сукупності складають надійність об'єкта
- 2
- 3 показник надійності, значення якого визначають шляхом розрахунку.
- 4 показник надійності, точкову чи інтервальну оцінку якого визначають за даними випробувань.
- показник надійності, точкову чи інтервальну оцінку якого визначають за наслідками експлуатації.
8. Розрахунковий показник надійності
- 1 показник надійності, значення якого визначають шляхом розрахунку.
- 2 показник надійності, який розраховано на основі спостережних оцінних чи екстрапольованих показників надійності для частин об'єкту у заданих умовах експлуатації з врахуванням особливостей конструкції об'єкта
- 3 імовірність того, що протягом заданого наробітку відмова об'єкта не виникне.
9. Середній наробіток до відмови:.
- 1 умовна густина імовірності виникнення відмови об'єкта, яка визначається за умови, що до цього моменту відмова не виникла
- 2 відношення сумарного наробітку відновлюваного об'єкта до математичного сподівання числа його відмов протягом цього наробітку.
- 3 математичне сподівання наробітку об'єкта до першої відмови.
10. Параметр потоку відмов
- 1 математичне сподівання часу відновлення працездатного стану об'єкта після відмови
- 2 відношення математичного сподівання кількості відмов відновлювального об'єкта за досить малий його наробіток до значення цього наробітку
- 3 імовірність того, що час відновлення працездатного стану об'єкта не перевищить заданого значення

8. Методи навчання

Дисципліною передбачено проведення лекційних, лабораторних та практичних занять, виконання курсової роботи. Методи, що використовуються під час проведення занять: словесні (лекції, дискусії, пояснення), наочні (ілюстрації, демонстрації), практичні методи (досліди, практичні роботи, розв'язання задач),

навчальна робота під керівництвом викладача – самостійна робота в аудиторіях, самостійна робота студентів без контролю викладача – самостійна робота в бібліотеках та вдома.

9. Форми контролю

Контроль знань відбувається шляхом виконання модульних контрольних робіт, виконання курсової роботи та написання екзаменаційного тесту.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи R_{HP}	Рейтинг з додаткової роботи R_{DP}	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни КдиС(до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи R_{HP} (до 70 балів): $R_{дис} = R_{HP} + R_{AT}$

11. Методичне забезпечення

1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М.: “Энергия”.-1970.
2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М., Высшая школа, 1978. –415 с.

3. Евдокунин Г.А. Электрические сети и системы. Учебное пособие для студентов электроэнергетических специальностей вузов. – СПб: Издательство Сизова М.П., 2001. –304 с.

4. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ.

5. ГОСТ 30323-95 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания.

12. Рекомендована література

– основна;

1. Гук Ю.Б., Кантае В.В., Петрова С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций. Л.: Энергоатомиздат, 1985. -312 с.

2. Непомнящий В.А. Учет надежности при проектировании энергосистем. -М.: Энергия, 1978. -200 с. З.І.З.Притака І.П., Козирський В.В. Електропостачання сільського господарства.- К.:Урожай, 1995. - 343 с.

3. Будзко И.А., Зуль М.М. Электроснабжение сельского хозяйства.- М.: Агропромиздат, 1990. - 496 с.

– допоміжна.

1. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1989.- 592 с.

2. Будзко И.А., Левин М.С. Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.- 320 с.

3. Справочник по проектированию электросетей в сельской местности. Под ред. П.А.Каткова.- М.: Энергия, 1980.- 352 с.

4. Довідник сільського електрика/ В.С.Олійник, В.М.Гайдук, В.Ф.Гончар та ін.; За ред. В.С.Олійника.- 3-є вид., перероб. і доп.- К.: Урожай, 1989.- 264 с.

13. Інформаційні ресурси

1. Альтернативні джерела енергії. THG ENERGY. [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://tng-energy.at.ua/publ/sonce/sonjachni_batareji/jak_ce_pracjue/3-1-0-17

2. Основні стандарти та нормативні документи, рекомендовані до застосування в Україні. Електронний журнал енергосервисной компании "Экологические Системы", № 6, 2012. – [електронний ресурс]. – Режим доступу до серверу: http://esco.co.ua/journal/2012_6/art247.htm
3. Фотоэлектронные приборы. Фотоэлектрический преобразователь. [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://voprosi-otveti.ucoz.ru/publ/ehlektronnaja_tekhnika/ehlektronnaja_tekhnika_cha_st2/2-1-0-9
4. Сонячні енергетичні установки – питання та відповіді [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/windpowerful/clients>
5. Автономное электроснабжение. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.apxu.ru/article/nontradit/autonom/auto.htm>
6. Фотоэлектрические системы. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cadetaround.com/stati/174-fotoyelektricheskie-sistemy.html>
7. Резервное электроснабжение. Нужны ли аккумуляторы в системе электроснабжения? [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solarhome.ru/ru/rezerve/batteryless.htm>