


ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра механічної та електричної інженерії

 ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Станіслав ПОПОВ
«02» вересня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(обов'язкова навчальна дисципліна)

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

освітньо-професійна програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
галузь знань	14 Електрична інженерія
освітній ступінь	бакалавр
факультет	Інженерно-технологічний


Полтава 2024 р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Електричні машини» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Мова викладання: державна

Розробник: Юлія БАСОВА, доцент кафедри механічної та електричної інженерії, кандидат технічних наук, доцент

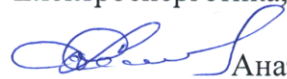
02.09.2024


Юлія БАСОВА

Схвалено на засіданні кафедри механічної та електричної інженерії
протокол від 02.09.2024 №1


Погоджено гарантом освітньої програми Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

02.09.2024


Анатолій СЕМЕНОВ

Схвалено головою ради з якості вищої освіти
спеціальності Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка

протокол від 02.09.2024 р. №1


Юлія БАСОВА

© ПДАУ 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форманавчання
Загальна кількість годин	135
Кількість кредитів	4,5
Місце в індивідуальному навчальному планіздобувача вищої освіти	Обов'язкова
Рік навчання (шифр курсу)	141EE_бд_2024
Семестр	3
Лекції (годин)	22
Практичні / семінарські заняття (годин)	10
Лабораторні заняття (годин)	14
Самостійна робота (годин)	89
у т. ч. індивідуальні завдання (<i>вказати форму</i>), годин	–
Форма семестрового контролю	3 сем - екзамен

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

ознайомитися із принципами електромеханічного перетворення енергії, вивчити принципи дії електричних машин та виробити навички їх експлуатації

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Основи теплотехніки, Теоретичні основи електротехніки.

4. Компетентності:

- загальні:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

- фахові:

ФК3. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

5. Програмні результати навчання:

ПРН1. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН3. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання

Програмний результат навчання	Очікувані результати навчання навчальної дисципліни
ПРН1. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та	розуміти фізичні основи роботи електричних машин постійного та змінного струму.

підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	знати класифікацію, конструкцію та особливості роботи основних типів електричних машин (генераторів, двигунів, трансформаторів)
ПРНЗ. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	уміти визначати основні параметри та характеристики електричних машин у різних режимах роботи (пуск, робота під навантаженням, зупинка).
	розуміти вплив умов експлуатації на ефективність роботи електричних машин

6. Методи навчання і викладання

словесні (лекція; пояснення); наочні (демонстрування, ілюстрування); практичні (лабораторні роботи; практичні роботи; робота з навчально-методичною літературою: конспектування); мультимедійні (використання мультимедійних презентацій)

7. Програма навчальної дисципліни:

Тема. 1 **Машини постійного струму**. Вступ до дисципліни «Електричні машини та апарати», зміст дисципліни. Класифікація електричних машин. Призначення електричних машин і трансформаторів. Номінальні дані електричних машин. Основні закони електромеханіки.

Загальні відомості про машини постійного струму (МПС), їх паспортні дані. Будова машин постійного струму. Принцип дії машин постійного струму. Магнітний ланцюг машин постійного струму. Обмотки якоря МПС. Вибір обмоток. Комутація машин постійного струму. Втрати потужностей та коефіцієнт корисної дії МПС Реакція якоря. Причини появи іскор на колекторі. Способи усунення шкідливого впливу реакції.

Робочі та механічні характеристики машин постійного струму та способи регулювання швидкості обертання. Пуск двигунів постійного струму. Машини постійного струму спеціального призначення.

Тема 2. **Трансформатори**. Загальні відомості про трансформатори, їх паспортні дані. Класифікація трансформаторів. Будова і принцип дії однофазного трансформатора. Коефіцієнт трансформації. ККД трансформаторів. Рівняння електричної рівноваги трансформатора. Втрати потужностей та ККД трансформатора. Режим холостого ходу, короткого замикання і навантаження. Схема заміщення трансформатора. Трифазні трансформатори. Паралельна робота трансформаторів. Трансформатори спеціального призначення.

Тема 3. **Асинхронні машини**. Будова та принцип дії асинхронного двигуна. Рівняння електричної рівноваги та струмів загальмованого асинхронного двигуна. Т – подібна приведена схема заміщення. Г – подібна приведена схема заміщення асинхронного двигуна. Енергетична діаграма асинхронного двигуна. Механічна характеристика. Вплив напруги, частоти струму статора та опору ротора на механічні характеристики. Робочі характеристики, способи пуску та гальмування трифазних асинхронного двигуна.

Тема 4. **Синхронні машини**. Будова та принцип дії синхронних машин. Реакція якоря. Рівняння електричної рівноваги та векторні діаграми синхронних машин. Втрати потужностей та ККД синхронних машин. Паралельна робота синхронного генератора. Способи синхронізації синхронного генератора. Електромагнітна потужність, електромагнітний момент та кутова характеристика СГ. Принцип дії, робочі характеристики та способи пуску синхронних двигунів. Синхронні машини спеціального призначення.

Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин				
	Усього	у тому числі			
		денна форма 141EE_бд_2024			
		л.	лаб	пр	с.р
Тема. 1 Машини постійного струму	33	6	6	4	21
Тема 2. Трансформатори	36	6	4	2	22
Тема 3. Асинхронні машини	34	6	2	2	22
Тема 4. Синхронні машини	32	4	2	2	24
Разом	135	22	14	10	89

8. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма 141EE_бд_2024
Тема. 1 Машини постійного струму		
1	Розрахунок параметрів двигуна постійного струму з паралельним збудженням	2
2	Розрахунок параметрів двигуна постійного струму з послідовним збудженням	2
Тема 2. Трансформатори		
3	Розрахунок параметрів однофазного трансформатора	2
Тема 3. Асинхронні машини		
4	Розрахунок параметрів трифазного асинхронного двигуна	2
Тема 4. Синхронні машини		
5	Розрахунок параметрів трифазного синхронного генератора	2
	Разом	10

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма 141EE_бд_2024
Тема. 1 Машини постійного струму		
1	Вивчення будови машини постійного струму	2
2	Дослідження двигуна постійного струму з паралельним збудженням	2
3	Дослідження двигуна постійного струму з паралельним збудженням	2
Тема 2. Трансформатори		
4	Вивчення будови трансформатора	2
5	Дослідження однофазного трансформатора	2
Тема 3. Асинхронні машини		
6	Дослідження трифазного асинхронного двигуна з фазним ротором	2
Тема 4. Синхронні машини		
7	Дослідження трифазного синхронного генератора	2
	Разом	14

9. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна форма 141EE бд 2024
Тема. 1 Машини постійного струму		
1	Обмотки якоря МПС. Вибір обмоток. Генератори та двигуни постійного струму. Способи регулювання швидкості двигунів з паралельним, послідовним та змішаним збудженням. Пуск двигунів постійного струму. Машини постійного струму спеціального призначення	21
Тема 2. Трансформатори.		
2	Основи теорії трансформатора. Рівняння електрорушійних сил. Рівняння намагнічуючих сил. Енергетичні співвідношення в реальному та приведеному трансформаторі. Намагнічування магнітопроводів трансформатора. Рівняння напруг трансформатора. Приведення вторинної обмотки трансформатора до первинної. Система відносних одиниць. Схема заміщення трансформатора і її електромагнітні параметри. Змінення напруги трансформатора при навантаженні. Зовнішня характеристика. Регулювання напруги трансформатора. Трансформатори спеціального призначення.	22
Тема 3. Асинхронні машини.		
3	Оберткові електромагнітні моменти та механічні характеристики АМ. Електромагнітний момент АМ. Максимальний та пусковий моменти асинхронного двигуна. Покращення пускових характеристик АД. Асинхронні двигуни з глибокими пазами ротора та з подвійною кліткою ротора. Робота трифазних асинхронних двигунів при неномінальних умовах. Генераторний режим роботи АМ	22
Тема 4. Синхронні машини		
4	Конструкція гідрогенераторів та турбогенераторів. Способи пуску синхронних двигунів. Магнітне поле та параметри обмотки збудження СМ. Синхронні машини спеціального призначення.	24
	Разом	89

10. Індивідуальні завдання

Не передбачено

11. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми контролю програмних результатів навчання
ПРН1. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	Виконання вправ на практичних заняттях. Виконання лабораторних робіт.
ПРН3. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.	Виконання завдань самостійної роботи. Контрольна робота Екзамен

Схема нарахування балів із навчальної дисципліни

	Форма оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти				Разом
	виконання завдань самостійної роботи	виконання лабораторних робіт	виконання вправ на практичних заняттях	контрольна робота	
Тема. 1 Машини постійного струму	5	5	10	5	25
Тема 2. Трансформатори.	5	10	5	5	25
Тема 3. Асинхронні машини.	5	10	5	5	25
Тема 4. Синхронні машини	5	10	5	5	25
Разом	20	35	25	20	100

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи (5-0)

5	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи в повному обсязі, в якому він змістовно і вичерпно відповів на поставлені питання і продемонстрував знання про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації.
4	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи в повному обсязі, в якому він повному обсязі, але із незначними неточностями відповів на поставлені питання і продемонстрував знання про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації.
3	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи в повному обсязі, в якому він в основному відповів на поставлені питання і продемонстрував знання про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації
2	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи в повному обсязі, в якому він частково відповів на поставлені питання і частково продемонстрував знання про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації
1	Здобувач вищої освіти представив конспект з самостійної роботи в повному обсязі, в якому він недостатньо відповів на поставлені питання і частково продемонстрував знання про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації
0	Здобувач вищої освіти представив не виконав самостійної роботи, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнень програмних результатів

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

5	виконано лабораторну роботу в повному обсязі, належним чином оформлено звіт, в якому відображено здатність до практичного застосування отриманих знань про електричні машини та про процеси, які виникають під час їх експлуатації, дано відповіді на контрольні питання;
4	виконано лабораторну роботу в повному обсязі, належним чином оформлено звіт, в якому відображено здатність до практичного застосування отриманих знань електричні машини та про процеси, які виникають під час їх експлуатації, дано неточні відповіді на контрольні питання
3	виконано лабораторну роботу повністю, оформлено звіт не в повному обсязі, в якому в основному відображено здатність до практичного застосування отриманих знань про електричні машини та про процеси, які виникають під час їх експлуатації, дано неточні відповіді на контрольні питання
2	виконано лабораторну роботу не повністю, оформлено звіт не в повному обсязі, в якому в частково відображено здатність до практичного застосування отриманих знань про

	електричні машини та про процеси, які виникають під час їх експлуатації, дано неточні відповіді на контрольні питання
1	виконано лабораторну роботу не повністю, оформлено звіт не в повному обсязі, не розкрито тему, відсутні відповіді на поставлені питання, допущені грубі помилки у оформленні, здобувач вищої освіти не вірно трактує основні положення, факти, правила, та не демонструє знань про електричні машини та про процеси, які виникають під час їх експлуатації.
0	не виконано лабораторну роботу та не представлено звіт на захист, здобувач не демонструє знань про електричні машини та про процеси, які виникають під час їх експлуатації, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнень програмних результатів

**Шкала та критерії оцінювання
виконання вправ на практичних заняттях**

5	Завдання виконано повністю, без помилок і вчасно. Здобувач демонструє глибоке розуміння принципів роботи електричних машин. Вірно виконані всі розрахунки з поясненням етапів розв'язання. Застосовано логічний і структурований підхід до вирішення задачі. Здобувач дає чіткі та вичерпні відповіді на всі додаткові запитання викладача.
4	Завдання виконано повністю, але є незначні помилки або недоліки, що не впливають на загальний результат. Здобувач розуміє принципи роботи електричних машин, але пояснення окремих моментів можуть бути поверхневими. Розрахунки здебільшого правильні, але можуть бути дрібні арифметичні чи технічні неточності. Відповіді на додаткові запитання загалом правильні, але можуть бути неповними.
3	Завдання виконано частково або з помітними помилками. У Здобувача є поверхневим або фрагментарним розуміння принципів роботи електричних машин. Розрахунки містять кілька помилок, що впливають на результат. Пояснення та відповіді на запитання є загальними та недостатньо точними. Додаткові зусилля потрібні для завершення вправи або усунення недоліків.
2	Завдання виконано менш ніж на половину, або воно є неправильним. У здобувача Розуміння принципів роботи електричних машин відсутнє або хибне. Більшість розрахунків виконано неправильно або не завершено. Відповіді на запитання є некоректними або їх немає. Завдання потребує суттєвого доопрацювання.
1	Завдання виконано з численними грубими помилками. Розрахунки не мають жодної логіки. Студент не відповідає на запитання
0	Завдання не виконано. Розуміння принципів роботи електричних машин повністю відсутнє. Не виявлено жодного прогресу у виконанні завдання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнень програмних результатів

**Шкала та критерії оцінювання
написання контрольної роботи**

5	Здобувач вищої освіти демонструє глибокі знання про електричні машини, про їх параметри, про процеси, які виникають під час їх експлуатації, відповідь повна та аргументована, наведені вдалі приклади
4	Здобувач вищої освіти демонструє глибокі знання про електричні машини, про їх параметри, про процеси, які виникають під час їх експлуатації, відповідь повна та аргументована, але із незначними неточностями
3	Здобувач вищої освіти демонструє достатній рівень знань про електричні машини, про їх параметри, про процеси, які виникають під час їх експлуатації, відповідь неповна
2	Здобувач вищої освіти демонструє достатній рівень знань про електричні машини, про їх параметри, про процеси, які виникають під час їх експлуатації, відповідь неповна із незначними неточностями

1	Здобувач вищої освіти демонструє недостатній рівень знань про електричні машини, про їх параметри, про процеси, які виникають під час їх експлуатації, відповідь неповна із незначними неточностями
0	Здобувач вищої освіти не виконав контрольної роботи або у здобувача взагалі відсутні знання про електричні машини, про їх параметри, про процеси, які виникають під час їх експлуатації, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнень програмних результатів

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти на екзамені*

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
для 1-го та 2-го теоретичного питання	5	здобувач вищої освіти в повному обсязі демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	4	здобувач вищої освіти в значній мірі демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	3	здобувач вищої освіти в повному обсязі, але із незначними невідповідностями демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	2	здобувач вищої освіти в частково демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	1	здобувач вищої освіти в частково, із суттєвими невідповідностями демонструє здатність до практичного застосування отриманих знань про електричні машини, їх характеристики та особливості їх експлуатації; здатність поєднувати теорію і практику для вирішення електротехнічних завдань
	0	відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
	для практичного завдання	10
8		розрахунки параметрів та характеристик електричних машині зроблені правильно і в повному обсязі, але мають незначні неточності чи недоліки
6		розрахунки параметрів та характеристик електричних машині зроблені правильно і в повному обсязі, але розв'язок і аналіз параметрів мають помилки і недоліки
4		розрахунки параметрів та характеристик електричних машині зроблені не в повному обсязі, розв'язок і аналіз параметрів мають суттєві помилки і недоліки
2		розрахунки параметрів та характеристик електричних машині зроблені частково неправильно, з поверховим розумінням оцінки параметрів роботи електротехнічного обладнання
0		відсутність розрахунку практичної ситуації, що не дає можливість оцінити

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачено під час реалізації навчальної дисципліни

Засоби навчання: комп'ютер (ноутбук) – 1 шт., пристрій мультимедійний (проектор) – 1 шт., проекційний екран – 1 шт, презентації; інформаційний супровід із використанням платформи Moodle; лабораторні стенди.

Перелік інструментів, обладнання, устаткування та програмного забезпечення, потрібного для вивчення навчальної дисципліни, забезпечують спеціалізована навчальна лабораторія електрообладнання № 308 та лабораторія електротехніки ім. д.т.н., професора Мурзіна К.К. № 325.

13. Політика навчальної дисципліни

- щодо термінів виконання та перескладання лабораторні завдання, завдання із самостійної роботи, які здаються з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-30%). Перескладання поточного та підсумкового контролю відбуваються за наявності поважних причин із дозволу деканату. Повторне складання підсумкового контролю із навчальної дисципліни становить не більше 2 разів: один раз викладачу, другий – комісії (формується деканом інженерно-технологічного факультету за участі викладачів кафедри механічної та електричної інженерії). Оцінка повторного складання є остаточною.
- щодо академічної доброчесності здобувач вищої освіти повинен дотримуватися Кодексу академічної доброчесності, Кодексу про етику викладача та здобувача вищої освіти ПДАУ, Положення про запобігання та виявлення академічного плагіату в ПДАУ, Порядку перевірки академічних текстів на наявність текстових запозичень у ПДАУ.
- щодо відвідування занять відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняний, стажування тощо) навчання може відбуватись з використанням дистанційних технологій за погодженням з деканом інженерно-технологічного факультету.
- щодо зарахування результатів неформальної / інформальної освіти на здобувачів вищої освіти поширюється право про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті перед опануванням даної освітньої компоненти. Особливості неформального / інформального навчання регламентовані Положенням про порядок визнання результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті, здобувачами вищої освіти ПДАУ.
- щодо оскарження результатів оцінювання здобувач має право подати апеляцію для оскарження результатів контрольних заходів. Процедура оскарження результатів регламентована Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в ПДАУ

14. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Букарос А. Ю., Беліков В. Т., Гергега О. М. Електричні машини. Навчальний посібник. Одеса. 2021. 102 с
2. Кевшин А. Г., Федосов С. А, Галян В. В. Електричні машини: конспект лекцій. Луцьк, 2020. 62 с.

Допоміжні

3. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори: навч. Київ: Каравела, 2018. 452 с. Куценко Ю.М., Яковлев В.Ф. та ін. Електричні машини і апарати: навчальний посібник. К. Аграрна освіта, 2013. 449 с chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2019/Ostashev_2018_452.pdf

4. Белікова Л. Я. В. П. Шевченко Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів. О.: Наука і техніка, 2012. 480 с.

5. Калиниченко С.П., Карпенко Н.П. Машини постійного струму: конспект лекцій. Харків: УкрДАЗТ, 2012. 70 с.

6. Куценко Ю.М., Яковлев В.Ф. та ін. Електричні машини і апарати: навчальний посібник К.: Аграрна освіта, 2013. 449 с. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://document.kdu.edu.ua/info_zab/141_1593.pdf

7. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина III. Асинхронні машини. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2007. 197 с. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/52161096.pdf>.

8. Попов С. В., Левченко Ю.В., Басова Ю.О. Попов К.С. Визначення оптимальних робочих параметрів технологічного обладнання методом ортогонального планування експерименту (2023). Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Кременчук: КрНУ, Випуск 2(139). С.130-137. <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2023.2.15>

9. Попов С.В., Левченко Ю.В., Харак Р.М., Басова Ю.О. Особливості експлуатації електрогенераторної установки RURIS R-POWER GE1000 *Традиційні та інноваційні підходи до наукових досліджень*: матеріали V Міжн. наук. конф., м. Тернопіль, 7 липня, 2023 р. Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: Європейська наукова платформа, 2023. С 130-134 <https://archive.mcmd.org.ua/index.php/conference-proceeding/issue/view/07.07.2023>

Інформаційні ресурси

10. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. Електронні інформаційні ресурси НБУВ : офіційний сайт. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/irbis_nbuv.html.

11. Бібліотека Полтавського державного аграрного університету. URL: <https://www.pdau.edu.ua/content/biblioteka>.

12. Дистанційний курс для спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» із дисципліни: «Електричні машини і апарати» Полтавський державний аграрний університет. URL: <http://moodle.pdau.edu.ua>.