

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії (№ 402)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОП


(підпис)
« 31 »

Губін С.В.
(ініціали та прізвище)
08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Проектування вітроагрегатів

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 Електрична інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії
Енергетичний менеджмент та енергоефективність
Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії – 3 роки

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Проектування вітроагрегатів

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

освітньою програмою Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, Енергетичний менеджмент та енергоефективність, Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії – 3 роки

«27» 08 2021 р., – 12 с.

Розробник: Наказненко М.М., ст. вик. каф. 402

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

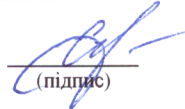
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «30» серпня 2021 року

Завідувач кафедри доцент, к. т. н.

(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

С. В. Сінченко

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	
Кількість кредитів – 4,5 + 2(КП) (денна)	<p style="text-align: center;">Галузь знань <u>14 Електрична інженерія</u> <small>(шифр та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Спеціальність <u>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</u> <small>(код та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Освітня програма <u>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, Енергетичний менеджмент та енергоефективність, Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії – 3 роки</u> <small>(найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова	
Кількість модулів – 2		Навчальний рік	
Кількість змістових модулів – 2		2021/ 2022	
Індивідуальне завдання <u>РР, КП</u> <small>(назва)</small>		Семестр	
Загальна кількість годин – 195, 76 години аудиторних занять, 119 самостійної роботи		<u>7</u> -й	<u>8</u> -й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; 1, самостійної роботи студента – 4,4; 3,4		Лекції ¹⁾	
		32 годин	<u>0</u> годин
		Практичні, семінарські ¹⁾	
		0 годин	0 годин
		Лабораторні ¹⁾	
	<u>32</u> годин	<u>12</u> годин	
	Самостійна робота		
<u>71</u> годин	48 годин		
Вид контролю			
іспит	залік		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: придбання базових теоретичних і практичних професійних знань з проектування і основ конструкції вітроелектричних установок та їх вузлів.

Завдання:

1. Розглянути аеродинаміку вітротурбін.
2. Розглянути навантаження, що діють на лопаті ротора ВЕУ.
3. Розглянути конструкцію та технологію виробництва лопатей ВЕУ.

3. Результати навчання:

4. Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1 – Здатність застосовувати знання на практиці.

ЗК2 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6 – Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

5. Фахові компетентності (ФК):

ФК2 – Здатність до теоретичного обґрунтування прийнятих рішень в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт.

ФК4 – Здатність використовувати професійні знання з електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики.

ФК5 – Здатність використовувати знання з метрології та електричних вимірювань, теорії автоматичного керування, релейного захисту та автоматизації енергосистем для вирішення задач оптимізації, керування та захисту в електроенергетиці.

ФК6 – Здатність використовувати знання з теорії електричних машин, апаратів та електроприводу для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики та електромеханіки.

ФК7 – Здатність дотримуватись в проектах електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування стандартів, норм і технічних умов.

ФК8 – Здатність використовувати сучасні методи розрахунку, проектування та аналізу роботи електроенергетичних та електромеханічних систем.

6. Програмні результати навчання:

ПРН2 – Здатність продемонструвати знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності в області електричних кіл постійного та змінного струму, теорії електромагнітного поля, теорії електричних машин, теорії електроприводу, теорії автоматичного керування, методів аналізу електричних мереж, процесів виробництва, перетворення і транспортування енергії, схемотехніки, інформаційних технологій аналізу

систем, ефективного енерговикористання.

ПРН3 – Здатність продемонструвати поглиблені знання принаймні в одній з областей електроенергетики, електротехніки та електромеханіки: електричні станції, електричні системи та мережі, електротехнічні системи електроспоживання, електромеханічні системи автоматизації та електропривод, електромеханотроніка і системи управління виробництвом та розподілом електроенергії.

ПРН5 – Здатність продемонструвати знання та розуміння методологій проектування, відповідних нормативних документів, чинних стандартів і технічних умов.

ПРН6 – Здатність продемонструвати знання сучасного стану справ та новітніх технологій в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. ПРН9 – Застосовувати знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення технічних задач спеціальності, використовуючи відомі методи.

ПРН10 – Застосовувати знання і розуміння для розв'язування задач синтезу та аналізу в системах, які характерні обраній спеціалізації.

ПРН13 – Розраховувати, конструювати, проектувати, досліджувати, експлуатувати, ремонтувати, налагоджувати типове для обраної спеціалізації електроустаткування та обладнання.

ПРН20 – Уміння спілкуватись, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською).

ПРН23 – Здатність усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань.

ПРН24 – Здатність відповідально ставитись до виконуваної роботи та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.

7. Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна базується на знаннях, які отримані при вивченні дисципліни «Фізика», «Електротехніка» та сама є базою для виконання випускної роботи бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. «Аеродинаміка та конструкція ротора ВЕУ»

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Проектування вітроагрегатів». Розробка геометрії лопаті. Розробка конструкції лопаті. Розробка конструкції лонжерону. Розробка конструкції маточини.

Тема 2. Аеродинамічний розрахунок лопаті ВЕУ. Моделювання аеродинамічних та енергетичних характеристик вітротурбіни.

Модуль 2.

Змістовний модуль 1. «Навантаження, що діють на лопаті ВЕУ».

Тема 1. Розподіл сил ваги. Моменти крутіння, інерції, згинаючі моменти. Визначення напрямів внутрішніх силових факторів. Навантаження в перерізах лопаті.

Тема 2. Розробка конструкцій вежі, рами та центрального валу вітроагрегата. Вибір типу електрогенератора та трансмісії.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	У тому числі				Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Семестр 7										
Модуль 1										
Змістовий модуль 1 Аеродинаміка та конструкція ротора ВЕУ										
Тема 1. Розробка геометрії лопаті. Розробка конструкції лопаті.	35	8		8	19					
Тема 2. Аеродинамічний розрахунок лопаті ВЕУ. Моделювання аеродинамічних та енергетичних характеристик вітротурбіни.	36	8		8	20					
Разом за змістовим модулем 1	71	16		16	39					
Модуль 2										
Змістовий модуль 1. Навантаження, що діють на лопаті ВЕУ										
Тема 1. Розподіл сил ваги. Моменти крутіння, інерції, згинаючі моменти.	28	8		8	12					
Тема 2. Розробка конструкцій вежі, рами та центрального валу вітроагрегата.	28	8		8	12					
Індивідуальне завдання	8				8					
Разом за змістовим модулем 2	64	16		16	32					
Усього годин за семестр	135	32		32	71					
Семестр 8										
Курсовий проект	60			12	48					
Усього годин за семестр	60			12	48					
Усього годин з дисципліни	195	32		44	119					

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1			
	Разом		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1			
	Разом		

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Розробка конструкції лопаті. Розробка конструкції лонжерону. Розробка конструкції маточини.	8	
2	Аеродинамічний розрахунок лопаті ВЕУ. Моделювання аеродинамічних та енергетичних характеристик вітротурбіни.	9	
3	Розподіл сил ваги. Моменти крутіння, інерції, згинаючі моменти. Визначення напрямів внутрішніх силових факторів. Навантаження в перерізах лопаті.	15	
4	Виконання курсового проекту за затвердженою тематикою	12	
	Разом	44	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Особливості виготовлення лопатей з композиційних матеріалів.	8	

2	Армуючи матеріали для лопатей ВТ. Скло- та вуглетканини у лопатях ВТ.	8	
3	Епоксидні та поліефірні смоли для використання у лопатях ВТ.	4	
4	Пінопластові матеріали у лопатях ВТ.	4	
5	Розробка конструкції лонжерону. Геометрія та розташування лонжерону.	17	
6	Розрахунок комлевого кріплення. Особливості сполучення металевих та склопластикових виробів.	30	
7	Виконання курсового проекту за затвердженою тематикою	48	
	Разом	179	

9. Індивідуальні завдання

7-ий семестр – Розрахункова робота

Аеродинамічний розрахунок лопаті ВЕУ. У пояснювальній записці, прикладеній до роботи повинна бути описана методика виконаних розрахунків і представлені самі розрахунки разом із проміжними результатами, також повинне бути представлено обґрунтування прийнятих варіантів конструктивних рішень.

Зразковий графік роботи над РР (48 годин)

Тижні	Склад робіт	%% від загального обсягу	%% усього
1-3	п. 1-4, Вибір виду профілю лопаті геометричний розрахунок ВЕУ (12 год.)	20	20
4-6	п. 5 . Енергетичний розрахунок ВЕУ (8 год.)	20	40
7-8	п. 6. лист зі енергетичними характеристиками ВЕУ (8 год.)	20	60
9-10	п. 7. лист з загальним видом лопаті (8 год.)	20	80
11-12	підготовка пояснювальної записки; захист (12 год.)	20	100

8-ий семестр – Курсовий проект

Теми КП – «Вітрова енергетична установка з горизонтальною віссю обертання ...».

Вихідними даними для виконання роботи, що задаються студентіві, є:

- Швидкості вітру середньорічна та штормова;
- Потужність ВЕУ;

На основі вхідних даних студент повинний виконати таке:

1. Розробити структурну схему ВЕУ.

2. Вибрати профіль лопаті ВЕУ
3. Спрофілювати лопать по її довжині.
4. Зпроекувати лопать ;
5. Побудувати енергетичні характеристики ВЕУ.
6. В результаті зробленої роботи студент повинен підготувати:
 - Робоче креслення лопаті ВЕУ; (А-1)
 - Складальне креслення маточини ВЕУ; (А-1)
 - Загальний вид ВЕУ в цілому; (А-1)
 - Пояснювальну записку (А4 – 25 аркушів.)

10. Методи навчання

Словесні, практичні.

11. Методи контролю

Усний контроль.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних робіт	3...5	7	21...35
Модульний контроль	15...25	1	15...25
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	3	9...15
Модульний контроль	15...25	1	15...25
Усього за семестр			60...100

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсового проекту

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до <u>40</u>	до <u>40</u>	до <u>20</u>	100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань та практичного завдання. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне теоретичне питання – 30 балів, за виконання практичного завдання – 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки: основи розрахунку та проектування лопатей роторів ВЕУ з композиційних матеріалів, розрахунок навантажень на лопать, основи проектування вежі, рами вітроустановки та центрального валу, основи вибору типа електрогенератора та трансмісії;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Обґрунтовано вибрати вхідні дані для проектування вітроелектричної установки, розрахувати геометрію та конструкцію лопаті, розробити конструкцію вежі, рами та центрального валу вітроустановки.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
83-89	добре	
75-82		
68-74		
60-67	задовільно	
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

13. Методичне забезпечення

1. Яковлев А.И. Расчет и проектирование ветроэлектрических установок с горизонтально-осевой ветротурбиной и синхронным генератором на постоянных магнитах: Учеб. пособие по курсовому проектированию / А.И. Яковлев, М.А. Затучная, В.Н. Меркушев, В.Н. Пашков. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2001. – 130 с.

2. Легошин Д. В. Расчет распределения рабочих и испытательных нагрузок на лопасть крупной ВЭУ: учеб. пособ. / [Белан Н. В., Тыхевич О. О., Полтарушников С. А. и др.]. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 59 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия: Учебник / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Харьков; Севастополь: Нац. аэрокосм. ун-т “ХАИ”, 2003. – Кн. 1: Ветроэлектрогенераторы. – 400 с.
2. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 200 с.
3. Рензо Д. Ветроэнергетика /Под ред. Д. Рензо. - М.: Энергоатомиздат, 1982. – 272 с.
4. Фатеев Е.М. Ветро двигатели и ветроустановки / Е.М. Фатеев. - М.:Сельхозгиз, 1948. – 544 с.

Допоміжна

1. Яхно О.М. Ветроэнергетика: конструирование и расчет ВЭУ: Учеб. пособие / О.М. Яхно, Т.Г. Таурит, Н.Г. Грабар // НТУ “Киевский политехн. ин-т”, Житомирский гос. ун-т. – 2003. 256 с.
2. Денисенко О.Г., Козловский Г.А., Федосенко Л.П. Преобразование и использование ветровой энергии. – Киев: Техника, 1992. – 176 с.
3. Денисенко Г.И. Проектирование и расчет ветроэлектрических станций: Учеб. пособие / Г.И. Денисенко, Л.П. Федосенко, Г.А. Козловский. – К. Изд-во КПИ, 1986. – 64 с.
4. Твайдер Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.
5. Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Н.М.Беляев. – М.: Наука, 1976. – 608 с.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: - В 3т. / В.Н. Анурьев – М.: Машиностроение, 1979.