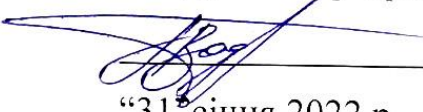


**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ
ВИРОБНИЦТВ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

 ПАДАЛКА В.
“31” січня 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(вибіркова навчальна дисципліна)

ОСНОВИ ВАКУУМНОЇ ТЕХНІКИ

освітньо- професійної програми **Електроенергетика, енерготехніка та
електромеханіка**

спеціальність **141** Електроенергетика, енерготехніка та електромеханіка

галузь знань **14** Електрична інженерія

освітній ступінь: **Бакалавр**

Полтава
2022/2023 н.р.

Робоча програма з дисципліни основи вакуумної техніки для здобувачів вищої освіти освітньо- професійної програми Електроенергетика, енерготехніка та електромеханіка

спеціальності 141 Електроенергетика, енерготехніка та електромеханіка

Мова викладання: Державна

Розробник: АРЕНДАРЕНКО Володимир, професор кафедри, кандидат технічних наук, доцент

« 31 » січня 2022 року



(Володимир АРЕНДАРЕНКО)

Схвалено на засіданні кафедри Технологій та обладнання переробних і харчових виробництв
протокол № 5 від “31” січня 2022 року

Затверджено завідувачем кафедри

« 31 » січня 2022 року



(Вячеслав ПАДАЛКА)

Погоджено гарантом освітньої програми
Електроенергетика, енерготехніка та електромеханіка



(Ірина ВЕЛИТ)

Схвалено головою НМР
спеціальності
«Електроенергетика,
енерготехніка та електромеханіка»



(Олег ІВАНОВ)

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання 141 Електроенергетика електротехніка та електромеханіка 2021 набору
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів	4,0
Місце в індивідуальному навчальному плані студента (обов'язкова чи вибіркова)	вибіркова
Рік навчання (курс)	2
Семестр	4
Лекції (годин)	16
Практичні (семінарські) (годин)	-
Лабораторні (годин)	24
Самостійна робота (годин)	80
в т. ч. індивідуальні завдання (вказати вид) (годин)	-
Форма семестрового контролю	залік

2. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Перелік дисциплін, які передують її вивченню:

1. Математика - елементарна математика, диференціальне числення, числові послідовності, функції.
2. Фізика - всі розділи та теми.
3. Хімія – основні поняття і закони хімії

3. Заплановані результати навчання

Мета вивчення навчальної дисципліни: формування у майбутніх спеціалістів знань і навичок з теоретичних основ функціонування вакуумної техніки; ознайомленням з будовою і принципом дії різних пристроїв для створення і підтримки вакууму, приборами і методами вимірювання вакууму, областями де використовується вакуумна техніка; прищеплення навичок і вмінь роботи з вакуумною технікою, виконувати розрахунки і проектувати вакуумні системи у відповідності з технічними завданнями з використанням автоматизації проектування.

Основні завдання навчальної дисципліни: в процесі вивчення дисципліни майбутній фахівець повинен знати які явища відбуваються під час відкачки газів в процесі створення вакууму; познайомитися з методами вимірювання вакууму і приборами які використовуються для вимірів,

навчитися вибирати засоби для відкачки і створювати вакуумні системи для конкретного використання.

Компетентності:

Загальні:

- ЗК2 здатність використовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК6 здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми

Фахові:

- ФК2 здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки;
- ФК10 усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Програмні результати навчання:

ПРН8 обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками;

ПРН10 знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати їх релевантність та достовірність

Методи навчання:

- словесні (лекція, розповідь-пояснення);
- наочні (ілюстрація, демонстрація);
- практичні (лабораторні роботи, конспектування, дослідження).

4. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Головні параметри та опис стану газів

Поняття тиску і температури. Електричні методи вимірювання температури. Методи електричного опору. Термопарний метод. Поняття “газ” і “пара”. Закони ідеальних газів. Закон Бойля-Маріота. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Об’єднаний газовий закон Менделєєва-Клапейрона. Закон Авогадро. Закон Дальтона.

Тема 2. Молекулярно – кінетична теорія газів.

Елементи молекулярно – кінетичної теорії газів. Основне рівняння молекулярно – кінетичної теорії. Рівняння Больцмана. Дослід Кантора. Барометрична формула. Швидкість молекул газу. Число молекул, що ударяються в стінку. Середня довжина вільного пробігу молекул. Ефузія. Закон Грехема. Термічна ефузія.

Тема 3. Течія газу через вакуумні системи.

Явище переносу в газах. Теплопровідність. Закон Фур’є. Дифузія в газах. Закон Фіка. В’язкість газів. Течія газів по вакуумним магістралям. Число Кнудсена. Ступені вакууму. Режими течії газів. В’язкісний режим течії газів. Молекулярний режим. Порівняння двох режимів течії газу. Перепускна властивість вакуумпроводів. Провідність вакуумпроводів.

Тема 4. *Теоретичні основи процесу відкачки.*

Процес створення вакууму і головні параметри вакуумних систем. Швидкодія насоса. Швидкодія відкачки об'єкта. Потік газу. Головне рівняння вакуумної техніки.

Тема 5. *Техніка отримання вакууму. Вакуумні насоси.*

Головні параметри вакуумних насосів. Розрахунок швидкодії вакуумного насоса. Експериментальне визначення швидкодії насоса. Метод постійного об'єму. Метод постійного тиску. Класифікація вакуумних насосів. Насоси, що працюють на основі закону Бойлля - Маріотта. Поршневий насос. Крапельний ртутний насос. Обертовий ртутний насос Геде. Пластинчато-роторний насос. Пластинчасто - статорний насос. Золотникові насоси.

Тема 6. *Вакуумні насоси їх конструкція та принцип роботи*

Масло для обертових насосів. Запуск насоса. Обертові газобаластні насоси. Багатопластинчасті насоси. Двороторний насос Рутса. Молекулярний обертовий насос. Молекулярний насос Гольвека. Насос Зігбана. Турбомолекулярні насоси. Переваги та недоліки механічних молекулярних насосів.

Тема 7. *Будова та принцип роботи пароструменевих та іонних насосів.*

Пароструминний насос Геде. Дифузійно-конденсаційний насос Ленгмюра. Металеві парортутні дифузійні насоси. Течія газів через трубопровід змінного діаметра. Рівняння Бернуллі. Двоступінчасті металеві парортутні насоси. Переваги і недоліки парортутних насосів. Паромасляні насоси. Робочі рідини для паромасляних насосів.

Тема 8. *Вакуумні системи і елементи їх розрахунку*

Іонні насоси. Металеві іонні насоси. Скляний іонно - сорбційний насос. Кріогенні адсорбційні насоси. Основні елементи вакуумних систем. Типові вакуумні системи. Розрахунок тривалості відкачки вакуумної системи.

5. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви теми	Кількість годин									
	Денна форма 141 електроенергетика, енерготе хніка та електромеханіка для здобувачів 2021 року набору					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усьо го	у тому числі			
		лекцій	практичні	лабораторні	самостій на робота		лекцій	практичні	лабораторні	самостій на робота
1. Головні параметри та опис стану газів	14	2	-	2	10	-	-	-	-	-
2. Молекулярно – кінетична теорія газів	14	2	-	2	10	-				
3. Течія газу через вакуумні системи	14	2	-	2	10	-	-	-	-	
4. Теоретичні основи процесу відкачки.	16	2	-	4	10				-	
5. Вакуумні насоси їх конструкція та принцип роботи	16	2	-	4	10	-		-		
6. Вакуумні насоси їх конструкція та принцип роботи (продовження)	16	2	-	4	10	-	-	-	-	
7. Будова та принцип роботи пароструменевих та іонних насосів	14	2	-	2	10	-	-	-		
8.Вакуумні системи і елементи їх розрахунку	16	2		4	10	-	-	-	-	
Усього годин	120	16	-	24	80			-		

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вивчення приладів для визначення тиску.	2	
2	Перевірка закону Бойля - Маріотта	2	
3	Дослідження вакууму у струменевих насосах	2	
4	Отримання вакууму за допомогою пластинчасто – роторного насоса.	2	
5	Визначення швидкодії вакуумного насоса за сталим об'ємом.	2	
6	Визначення швидкодії вакуумного насоса за сталим об'ємом.	2	
7	Дослідження залежності температури кипіння води від зовнішнього тиску.	2	
8	Дослідження зміни рівня акустичного шуму у вакууметричному середовищі	2	
9	Вивчення конструкції вакуумних механічних насосів з масляним ущільненням	2	
10	Вивчення конструкцій та принципу дії іонних вакуумних насосів	2	
11	Дослідження процесу вакуумування закритої системи в умовах ізохорної зміни теплового стану	2	
12	Дослідження процесу сублимаційного сушіння харчових продуктів	2	
Разом		24	

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	
1	Головні параметри та опис стану газів	10	
2	Молекулярно – кінетична теорія газів.	10	
3	Течія газу через вакуумні системи	10	
4	Теоретичні основи процесу відкачки.	10	
5	Вакуумні насоси їх конструкція та принцип роботи	10	
6	Вакуумні насоси їх конструкція та принцип роботи	10	
7	Будова та принцип роботи пароструменевих та іонних насосів	10	
8	Вакуумні системи і елементи їх розрахунку	10	
Разом		80	

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота здобувача вищої освіти направлена на закріплення теоретичного матеріалу та практичних навичок. Реалізація даного напрямку роботи передбачається шляхом виконання індивідуалізованого навчального завдання, яке виконується самостійно здобувачем вищої освіти в аудиторний та поза аудиторний час.

Індивідуальні завдання – поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які здобувачі вищої освіти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці.

9. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання	Форми оцінювання
ПРН8 Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками;	Усний контроль Здача лабораторних робіт Тестовий контроль
ПРН10 Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати їх релевантність та достовірність	Усний контроль Здача лабораторних робіт Тестовий контроль

Забезпечення тематикою дисципліни успішного опанування програмних результатів навчання для здобувачів вищої освіти (141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка бд 2021 року набору)

Теми занять	Програмні результати		Разом
	ПРН8	ПРН10	
Тема 1. Головні параметри та опис стану газів	+		1
Тема 2. Молекулярно – кінетична теорія газів.	+		1
Тема 3 Течія газу через вакуумні системи	+	+	2
Тема 4. Теоретичні основи процесу відкачки.	+	+	2
Тема 5 Вакуумні насоси їх конструкція та принцип роботи		+	1
Тема 6 Вакуумні насоси їх конструкція та принцип роботи (продовження)		+	1
Тема 7. Будова та принцип роботи пароструменевих та іонних насосів		+	1

Тема 8. Вакуумні системи і елементи їх розрахунку		+	1
Разом	4	6	10
максимальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	40	60	100
мінімальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	20	40	60

Критерієм успішного опанування програмних результатів навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним результатом навчання.

Критерії успішного опанування програмних результатів навчання

Програмні результати навчання	Відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни	Максимальна кількість балів	Мінімальний пороговий рівень оцінок, балів
ПРН8 Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками;	40	40	20
ПРН10 Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати їх релевантність та достовірність	60	60	40
Разом	100	100	60

Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль оволодіння компетентностями та підсумкова оцінка рівня досягнення програмних результатів навчання.

Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль оволодіння компетентностями та підсумкова оцінка рівня досягнення програмних результатів навчання.

Поточний контроль здійснюється на лекційних, практичних та лабораторних заняттях впродовж семестру у формі опитування та перевірки напрацьованих здобувачем робочих матеріалів за окресленими темами навчальної дисципліни.

Підсумковий контроль проводиться на завершеному етапі при проведенні тестування за темами самостійної роботи та проведення семестрового контролю.

Семестровий контроль – оцінювання рівня засвоєння здобувачем вищої освіти всього обсягу навчальної дисципліни проводиться у формі заліку.

10. Форми контролю результатів навчання

Програмні результати навчання	Форма оцінювання								Разом	
	Ведення конспекту		Опитування		Виконання лабораторних робіт та їх захист		Домашні завдання та тестування			
	Мін. кількість балів	Мах. кількість балів	Мін. кількість балів	Мах. кількість балів	Мін. кількість балів	Мах. кількість балів	Мін. кількість балів	Мах. кількість балів	Мін. кількість балів	Мах. кількість балів
ПРН8	3	6	6	14	5	10	6	10	20	40
ПРН 10	5	10	15	20	15	20	5	10	40	60
Разом	8	16	21	34	20	30	11	20	60	100

Форми поточного контролю знань здобувачів вищої освіти:

Ведення конспекту(мінімально 0 балів максимально 2 бали):

Відвідування лекцій (мінімально 0 балів – максимально 2 бали)

- *нуль балів* нараховується здобувачу за відсутність конспекту лекцій;
- *два бали* здобувач отримує при наявності конспекту лекцій.

Опитування (мінімально 2 балів – максимально 5 бали)

- *один бал* надається здобувачу за неповні відповіді на поставленні питання.

- *два бали* надається здобувачу за допущені помилки при відповіді на поставлені питання.

- *три бали* відповідь вибрана правильно, але здобувач не в повній мірі обґрунтує свій вибір та не знає термінології.

- *чотири бали* відповідь правильна, але здобувач плутається у в деяких поняттях дисципліни.

- *п'ять балів* надається здобувачу за повну і ґрунтовну відповідь на всі поставлені питання.

Проведення та захист лабораторних робіт (мінімально 0 балів – максимально 5 балів)

– *нуль балів* отримує здобувачу при своїй відсутності під час проведення лабораторного заняття;

– *один бал* отримує здобувач при охайному та грамотному оформленню звіту лабораторної роботи, а при захисті її відсутні повні відповіді на поставлені викладачем питання, крім того здобувач вищої освіти не вірно трактує основні положення вакуумної техніки, та не демонструє вміння аналізувати та оцінювати вірно результати проведених дослідів.

– *2 - 3 бали* – надається здобувачу вищої освіти якщо в лабораторній роботі вірно виконані всі розрахунки, наведені необхідні графічні матеріали,

зроблені обґрунтовані висновки, але при захисті роботи допущені незначні помилки.

– 4 - 5 бали – отримує здобувач при проведенні захисту лабораторної роботи в разі глибокого розуміння методики проведення експериментальної частини даної роботи, теоретичних основ явищ чи предмету дослідження, надає чітку оцінку практичного значення отриманих знань за проведеною темою лабораторного заняття.

Виконання завдань самостійної роботи здобувачів вищої освіти денної форми навчання проводиться у вигляді контрольного тестування після вивчення відповідної теми навчальної дисципліни. Тестування проводиться за спеціальними тест-картками, що містять по п'ять питань з декількома варіантами відповідями. Нарахування балів за тестуванням, в межах вказаних у робочій програмі дисципліни, проводиться у процентному співвідношенні до кількості наданих правильних відповідей. Всього проводиться два поточних тестувань. За п'ять питань максимально здобувач може отримати *десять залікових балів*.

Оцінювання за кожне питання здійснюється за наступною шкалою:

- *один бал* зараховується здобувачу у випадку неповної відповіді на питанні.

- *два бали* здобувач отримує за повну відповідь на одне тестове питання.

Вид підсумкового контролю – залік.

11. Схема нарахування балів з навчальної дисципліни

Назва теми	Вид навчальної роботи студентів				Разом по темі
	За ведення конспекту лекцій	Виконання та захист ЛР	Тестування (СР)	Опитування	
1. Головні параметри та опис стану газів	2	5	-	4	11
2. Молекулярно – кінетична теорія газів	2	5		4	11
3. Течія газу через вакуумні системи	2	5	-	4	11
4. Теоретичні основи процесу відкачки	2	5	10	4	21
5. Вакуумні насоси їх конструкція та принцип роботи	2	5		5	12
6. Вакуумні насоси їх конструкція та принцип роботи (Продовження)	2	5	-	5	12
7. Будова та принцип роботи пароструменевих та іонних насосів.	2	5	-	4	11

8. Вакуумні системи і елементи їх розрахунку	2	5	10	4	21
Разом	16	30	20	34	100

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, виконання яких передбачає навчальна дисципліна

Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення необхідного для вивчення навчальної дисципліни забезпечує навчальна лабораторія 352 навчального корпусу № 3.

13. Рекомендовані джерела інформації

Основна

1. Арндаренко В.М. Вакуумна техніка та технології. Навчальний посібник. / В.М. Арндаренко, О.М. Іванов – Полтава, 2019. – 69.с.
2. Пипко А.И и др.. Конструирование и расчет вакуумных систем. М.: Энергия. – 1988. – 504с.
3. Ворончев Т.А. Физические основы электровакуумной техники. /Т.А Ворончев, Д.В. Соболев. – М.: Высшая школа. 1967. -352с.
4. Шепілко Е. В Вакуумна техніка. Конспект лекцій. / ЕВ. Шепілко. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 122с.
5. Юрьева А.В. Расчет вакуумных систем: учебное пособие / А.В. Юрьева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2012. –44с.

Допоміжна

1. Бібик В.В, Буряк І.П., Гричановська Т.М. Вакуумна техніка: конспект лекцій. – Суми: СумДУ, 2015. -177 с.
2. Кеменов В.Н., Нестеров С.Б. Вакуумная техника и технологии: - М.: Издательство МЭИ, 2002. – 84с.

Інформаційні ресурси мережі Інтернет

1. Офіційний сайт бібліотеки Полтавського державного аграрного університету [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.pdaa.edu.ua/content/biblioteka/>