

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Гідравлічні машини ім Г.Ф. Проскури  
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова групи забезпечення спеціальності

145 – Гідроенергетика  
(назва комісії)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Михайло ЧЕРКАШЕНКО  
(ініціали та прізвище)

« 31 » серпня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Гідравлічні та пневматичні нагнітачі**

( назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 14 – Електрична інженерія  
(шифр і назва)

спеціальність 145 – Гідроенергетика  
(шифр і назва )

вид дисципліни професійна підготовка  
(загальна підготовка / професійна підготовка)

форма навчання денна  
(денна / заочна)

Харків – 2021 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

Гідравлічні та пневматичні нагнітачі

( назва навчальної дисципліни)

Розробники:

доц. каф. гідромашин, к.т.н., доцент  
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Костянтин МИРОНОВ  
(ініціали та прізвище)

\_\_\_\_\_ (посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

гідромашин ім. Г.Ф. Проскури

(назва кафедри)

Протокол від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 року № \_\_\_

Завідувач кафедри

гідромашин ім. Г.Ф. Проскури  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Андрій РОГОВИЙ  
(ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

## **МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Мета викладання курсу є отримання студентами знань у галузі насособудування, вентиляторо- та компресоробудування, необхідних для подальшого опанування спеціальних дисциплін та практичної діяльності за спеціальністю.

### **Компетентності: ФКС–1**

В результаті вивчення дисципліни студент повинен вміти розрахувати та сконструювати лопатевий насос, вентилятор, компресор, підібрати ці машини на задані умови роботи, експериментально одержувати характеристики насосів, вентиляторів, компресорів.

### **Результати навчання: РНС–1**

Результати навчання – опанування робочого процесу насосів, вентиляторів, компресорів, знайомство з існуючими типами цих гідромашин, принципом дії, основними методами розрахунку та проектування, характеристиками та роботою на мережу.

### Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Основи САПР лопатевих гідромашин	Чисельне дослідження просторової течії в каналах гідромашин
Основи теорії лопатевих гідромашин	
Проектування лопатевих гідромашин	

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розподіл навчального часу за розділами, темами та видами навчальних занять

Модулі/кредити	Розділи, теми	Види занять						Поточ-ний контроль	Семестровий контроль	
		Всього	Аудиторні	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота	Курсовий проєкт	Диференцій-ний залік	Екзамен
<b>5 курс, 1 семестр</b>										
<b>4,0</b>	Змістовий модуль 1	<b>76</b>	<b>40</b>	<b>28</b>		<b>12</b>	<b>36</b>	<b>8</b>		
	Тема 1	9	4	4			5			
	Тема 2	11	6	4		2	5			
	Тема 3	13	7	4		3	6	4		
	Тема 4	9	4	4			5	2		
	Тема 5	12	7	4		3	5			
	Тема 6	11	6	4		2	5			
	Тема 7	11	6	4		2	5	2		
	Змістовий модуль 2	<b>44</b>	<b>24</b>	<b>20</b>		<b>4</b>	<b>20</b>			
	Тема 8	14	10	6		4	4			
	Тема 9	8	4	4			4			
	Тема 10	7	3	3			4			
	Тема 11	7	3	3			4			
	Тема 12	8	4	4			4			
<b><u>Усього за 1 семестр</u></b>		<b>120</b>	<b>64</b>	<b>48</b>		<b>16</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>+</b>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 53,3%

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
1	Л	4	<p style="text-align: center;"><u>Тема 1.</u> Загальні відомості про нагнітачі</p> <p>Можливі конструктивні схеми відцентрових гідравлічних нагнітачів і основні вимоги, які до них пред'являються. Основні критерії оптимальності конструкції. Залежність ккд відцентрового насоса від різних факторів. Взаємозв'язок числа ступенів і частоти обертання при заданих значеннях подачі та напору. Деякі нюанси підвищення числа обертів насоса. Вибір оптимальної довжини ротора та його прогину. Вага насоса і насосного агрегату. Алгоритм вибору оптимального варіанта насоса на задані величини подачі та напору</p>	1, 2, 9
2	Л	4	<p style="text-align: center;"><u>Тема 2.</u> Насос, насосний агрегат, насосна установка, насосна станція їх параметри</p> <p>Насос і його параметри: подача, напір, потужність, частота обертання, вакууметрична геометрична висоти всмоктування, ккд. Насосний агрегат. Насосна установка і її параметри. Режим роботи насосної установки. Насосна станція. Класифікація насосних станцій</p>	2, 7, 9
3	Л	4	<p style="text-align: center;"><u>Тема 3.</u> Робочий процес лопатевих насосів. Проектування робочого колеса відцентрового насоса</p> <p>Вибір моделі. Визначення коефіцієнта подібності для насоса, що проектується. Урахування масштабного ефекту. Внесення немодельних змін: додання чи вилучення струминки, збільшення чи зменшення зовнішнього діаметра робочого колеса.</p>	2, 4, 6
4	Л	4	<p style="text-align: center;"><u>Тема 4.</u> Підвідні і відвідні пристрої</p> <p>Визначення підвідних пристроїв. Призначення підводу. Класифікація підводів. Визначення відводу. Функції, що виконуються відводом. Класифікація відводів. Типи спіральних відводів.</p>	4, 5, 6
5	Л	4	<p style="text-align: center;"><u>Тема 5.</u> Кавітація у відцентрових насосах. Явище кавітації у насосах, його суть і фізична картина</p> <p>Наслідки кавітації. Чинники, що визначають величину мінімального тиску рідини на лопаті. Умова безкавітаційної роботи насоса. Мінімальна і допустима геометрична висоти всмоктування. Вакууметрична висота всмоктування. Кавітаційний коефіцієнт швидкохідності.</p>	2, 7
6	Л	4	<p style="text-align: center;"><u>Тема 6.</u> Розрахунок осьового насоса</p> <p>Роботи Н.Є. Жуковського та інших учених з теорії осьових машин. Гіпотеза незалежних циліндричних</p>	1, 3-6, 8

7	Л	4	<p>перерізу. Рухома та нерухома решітки лопатей. Сили, діючі на ізольований профіль і профіль у решітці. Облік впливу решітки на підйомну силу. Визначення діаметра робочого колеса і втулки. Порядок розрахунку лопаті робочого колеса методом підйомних сил</p> <p><u>Тема 7.</u> Характеристики насосів. Послідовна і паралельна робота. Регулювання насосів</p> <p>Загальна класифікація характеристик насосів. Класифікація гідравлічних характеристик насосів. Форма напірної характеристики. Перерахунок характеристик на нові умови. Характеристики послідовно і паралельно працюючих насосів. Області стійкої і нестійкої роботи насосів. Конструктивні заходи для забезпечення стійкої характеристики насосів. Способи регулювання насосів. Вибір насоса на задані умови роботи.</p>	2, 7, 9
8	Л	6	<p><u>Тема 8.</u> Відцентрові та осьові вентилятори</p> <p>Конструктивна будова і призначення відцентрових вентиляторів Класифікація відцентрових вентиляторів за швидкохідністю, за величиною повного створюваного тиску, за призначенням, за формою лопаті робочого колеса, за розмірами робочого колеса. Маркировка вентилятора загального призначення. Особливості розрахунку робочого колеса відцентрового вентилятора. Розрахунок і проектування спірального кожуха. Характеристики відцентрових вентиляторів. Вплив параметрів повітря, що всмоктується, на характеристику відцентрового вентилятора. Вибір типу і розміру вентилятора по номограмі. Конструктивна будова і принцип роботи. Призначення і області застосування. Переваги і недоліки у відношенні до відцентрових вентиляторів. Особливості розрахунку. Напір і ступінь реактивності осьового вентилятора. Аеродинамічні схеми решіток осьових вентиляторів. Вентилятори типу ЦАГІ: серія К-06, ВОКД. Вентилятори з супротивним обертанням робочих коліс. Характеристики і регулювання осьових вентиляторів. Підбір вентилятора за обезличеною номограмою.</p>	9
9	Л	4	<p><u>Тема 9.</u> Загальні відомості про компресори та їх класифікація</p> <p>Компресори, як енергетичні машини. Призначення і області застосування. Параметри, що характеризують роботу компресора. Основні і додаткові параметри. Об'ємна, вагова і масова продуктивність. Дійсна і теоретична продуктивність. Приведена продуктивність і об'ємна подача. Напір компресора. Корисна потужність і та, що споживається. Коефіцієнт корисної дії Тиск нагнітання і всмоктування. Ступінь стиску (ступінь підвищення тиску) компресора. Поняття принципу роботи. Класифікація компресорів за принципом роботи. Класифікація об'ємних компресорів. Класифікація динамічних компресорів. Класифікація за конструктивним виконанням. Класифікація компресорів</p>	9, 10

10	Л	3	за величиною створюваного тиску. Класифікація компресорів за продуктивністю, що вони розвивають. Класифікація компресорів за призначенням, за родом робочого середовища, що стискується, за ступенем стиску. <u>Тема10. Об'ємні компресори</u> Конструктивна будова поршневого компресора. Його принцип роботи. Класифікація поршневих компресорів. Робочий цикл. Конструктивна будова і принцип роботи роторних компресорів. їх недоліки. Різновиди роторних компресорів. їх параметри.	9, 10
11	Л	3	<u>Тема11. Турбокомпресори</u> Конструктивна будова і принцип роботи відцентрового компресора. Параметри відцентрового компресора. Ступінь і секція. Робоче колесо відцентрового компресора. Конструктивна будова і принцип роботи осьового компресора. Ступінь осьового компресора. Параметри осьових компресорів. Колеса осьових компресорів. Переваги та недоліки лопатевих компресорів у відношенні до інших типів компресорів.	9, 10
12	Л	4	<u>Тема12. Розрахунок відцентрового та осьового компресора</u> Сучасні способи розрахунку відцентрових компресорів. Завдання на проектування компресора. Вибір схеми компресора і ступеня. Вибір типу колеса, типу лопатей, підвода і відводу. Вибір привода і частоти обертання. Оптимальна частота обертання. Рекомендації з розрахунку відцентрового компресора за допомогою колових швидкостей, ступені стиску, кута лопаті на виході з колеса, числа лопатей робочого колеса і ін. Вибір числа ступенів. Визначення основних геометричних розмірів робочого колеса відцентрового компресора.	9, 10
	ЛЗ	3	1. Параметричні випробування відцентрового насоса	1, 3
	ЛЗ	3	2. Кавітаційні випробування відцентрового насоса	1, 3
	ЛЗ	2	3. Побудова універсальної характеристики відцентрового насоса	1, 3
	ЛЗ	2	4. Експериментальна перевірка формул пропорційності	1, 3
	ЛЗ	2	5. Параметричні випробування осьового насоса	1, 3
	ЛЗ	2	6. Аеродинамічні випробування осьового вентилятора	1, 3
	ЛЗ	2	7. Аеродинамічні випробування відцентрового вентилятора	1, 3
Разом (годин)		64		

## САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20
2	Підготовка до практичних (лабораторних) занять	6
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	10
4	Виконання індивідуального завдання:	20
5	Інші види самостійної роботи	
	Разом	56

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Курсовий проект

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
	Розрахунок нагнітача на задані параметри	Наприкінці семестру

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

У вивченні дисципліни «Гідравлічні і пневматичні нагнітачі» використовуються словесні методи навчання такі як пояснення та розповідь.

Під час викладання нового матеріалу використовуються пояснення, які часто супроводжується різними засобами уточнення, спостереженням, дослідами.

Лекційний матеріал викладається системно, послідовно з точним описом та логічним обґрунтування фактів. Наводиться теоретичний аналіз явищ, які спостерігаються при дослідженні принципу дії гідравлічних і пневматичних нагнітачів.

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

У курсі «Гідравлічні і пневматичні нагнітачі» заплановано два модульних контролю на яких перевіряються знання теоретичного матеріалу курсу, а також вирішуються практичні задачі.



## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Змістовий модуль 1							Змістовий модуль 2					КП	Сума
<b>40</b>							<b>30</b>						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12		
5	7	7	6	5	5	5	6	6	6	6	6	<b>30</b>	<b>100</b>

T1, T2, ... – номери тем змістових модулів.

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	задовільно
60 ... 63	E	
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова література

1	Е.Т. Зайченко. Методические указания по изучению теории, выполнению практических, лабораторных работ и курсового проекта по курсу "Насосы, вентиляторы, компрессоры". Харьков, ХПИ, 1991. - 40 с.
2	Лобачев, П. В. Насосы и насосные станции / П. В. Лобачев – М.: Стройиздат. – 1990. – 320 с.
3	Е.Т. Зайченко. Методические указания к лабораторным работам "Параметрические и кавитационные испытания лопастных насосов" по курсу "Насосы, вентиляторы, компрессоры" , Харьков, ХПИ, 1991. - 60 с.
4	Колотило, М. І. Насоси, повітродувки, компресори. Навчальний посібник для вузів / М. І. Колотило – Харків: ХДТУБА. – 1997. – 128 с.
5	Е.Т. Зайченко., Н.А. Быкова. Методические указания к выполнению теоретической части курсового и дипломного проектов по лопастным насосам. "Алгоритм и программа расчета осевого насоса по методу подъемных сил на языке "ФОРТРАН" для студентов специальности 0528 "Гидравлические машины и средства автоматизации" - Харьков, ХПИ, 1988. - 42 с.
6	Е.Т. Зайченко. Методические указания к выполнению графической части курсового проекта "Профилирование лопастных систем рабочих колес" по курсу "Насосы, вентиляторы, компрессоры" для студентов специальности 0528 "Гидравлические машины и средства автоматизации" - Харьков, ХПИ, 1987. - 31 с.
7	Насосы, изготавливаемые заводами. Материалы для проектировщиков – М.: Союзводоканалпроект. – 1992. – 118 с.
8	Е.Т. Зайченко. Методические указания к курсовому проекту по курсу "Насосы, вентиляторы, компрессоры" - Харьков, ХПИ, 1980. - 20 с.
9	В.І. Мандрус. Гідравлічні та аеродинамічні машини: насоси, вентилятори, газодуви, компресори : Підручник. – Львів : «Магнолія 2006», – 2018. – 340с.
10	Шевченко Т. О. Конспект лекцій з дисциплін «Гідравлічні та аеродинамічні машини» / Т. О. Шевченко; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 110 с.

### Допоміжна література

1	С.П. Стесин, Е.Н. Яковенко. Лопастные машины и гидродинамические передачи: Учебник для вузов. - М. Машиностроение, 1990. - 240 с.
2	С.С. Руднев, Л.Г. Подвидз и др. Лабораторный курс гидравлики, насосов и гидропередач. Учебное пособие для вузов. - М. Машиностроение, 1974. - 416 с.

### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <https://library.sumdu.edu.ua/uk/>
2. <http://nempump.com/o-gruppe-gms/>
3. <http://www.hnz.com.ua/>
4. <http://library.kpi.kharkov.ua/uk>

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра \_\_\_\_\_ Гідравлічних машин ім Г.Ф. Проскури \_\_\_\_\_

Спеціальність \_\_\_\_\_ 145 – Гідроенергетика \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

Освітня програма \_\_\_\_\_ Гідроенергетика \_\_\_\_\_

Форма навчання \_\_\_\_\_ денна \_\_\_\_\_  
(денна / заочна)

Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Гідравлічні та пневматичні нагнітачі \_\_\_\_\_  
( назва навчальної дисципліни)

Семестр 1 .

**КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ПОТОЧНОГО  
ТА ПІДСУМКОВОМУ КОНТРОЛЮ**

***Модульна контрольна робота №1***

Дати визначення, описати принцип роботи насосів:

1. Основні фактори, що впливають на роботу насосів. ККД.
2. Проектування робочого колеса насосу.
3. Робота насосів на мережу.

***Модульна контрольна робота №2***

Дати визначення, описати принцип роботи вентиляторів та компресорів:

1. Класифікація вентиляторів та компресорів.
2. Способи розрахунку вентиляторів та компресорів.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Гідравлічних машин ім Г.Ф. Проскури

Спеціальність 145 – Гідроенергетика  
(шифр і назва)

Освітня програма Гідроенергетика

Форма навчання денна  
(денна / заочна)

Навчальна дисципліна Гідравлічні та пневматичні нагнітачі  
( назва навчальної дисципліни)

Семестр 1 .

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПРИЙОМУ ІСПИТУ**

1. Класифікація нагнітачів.
2. Вимоги, що пред'являються до нагнітачів.
3. Об'ємні компресори, конструктивні схеми.
4. Лопатеві компресори, конструктивні схеми.
5. Основні параметри насосів.
6. Конструкції відцентрових вентиляторів.
7. Втрати в насосі і способи їх зменшення.
8. Пристрій відцентрових вентиляторів.
9. Конструктивні схеми лопатевих насосів.
10. Принцип дії відцентрових вентиляторів.
11. Основні параметри відцентрових вентиляторів.
12. Принцип роботи відцентрового насоса, його переваги і недоліки.
13. Пристрій осьового насоса.
14. Вентиляторна установка.
15. Принцип роботи осьового насоса, його переваги і недоліки.
16. Класифікація компресорів.
17. Пристрій нагнітачів тертя.
18. Класифікація осьового вентилятора.
19. Послідовна робота насосів на одну мережу. Графік їх роботи.
20. Пристрій струменевих нагнітачів.
21. Паралельна робота насосів на одну мережу. Графік їх роботи.
22. Принцип роботи струменевих нагнітачів, переваги і недоліки.
23. Конструкція осьового вентилятора і принцип дії.
24. Принцип роботи пневматичних нагнітачів, переваги і недоліки.
25. Основні параметри компресорів.