

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

Кафедра _____ Гідравлічні машини _____
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри _____ Гідравлічні машини _____
(назва кафедри)

_____ А. С. Роговий _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

«_____» _____ 20____ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Гідравлічні турбіни та передачі
(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)

освітня програма _____ «Гідроенергетика» _____
(назви освітніх програм спеціальностей)

вид дисципліни _____ професійна підготовка _____
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання _____ денна _____
(денна / заочна/дистанційна)

Харків – 2021 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Гідравлічні турбіни та передачі
(назва дисципліни)

Розробники:

доцент, канд. техн. наук, доц.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Є. С. Крупа
(ініціали та прізвище)

_____ (посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

Гідравлічні машини

_____ (назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

Протокол від « » _____ 20__ року № _

Завідувач кафедри Гідравлічні машини _____
(назва кафедри) (підпис)

А. С. Роговий
(ініціали та прізвище)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
145. Гідроенергетика	Роговий Андрій Сергійович	

Голова групи забезпечення спеціальності _____ Роговий Андрій Сергійович _____
(ПІБ, підпис)

« » _____ 20__ року

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Голови груп забезпечення спеціальностей

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

Мета: отримання студентами знань у галузі гідравлічних турбін та передач, необхідних для подальшого опанування спеціальних дисциплін та практичної діяльності за спеціальністю.

Компетентності: ЗК1 – Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. СК2 – Здатність застосовувати знання і розуміння фізико-математичних та інженерних наук для розв'язування професійних задач. СК10 – Здатність враховувати характеристики і властивості матеріалів, обладнання, процесів при розробці проектів та професійній діяльності в гідроенергетиці. ФКС-6 – Здатність самостійно вирішувати практичні завдання, що пов'язані з оцінкою статичної і динамічної міцності, довговічністю основних деталей і вузлів лопатевих гідромашин, вміти здійснювати вибір матеріалів для конкретних деталей лопатевих гідромашин, виходячи з умов їхньої експлуатації.

Результати навчання: ПРН10 – Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання гідроенергетики. ПРН20 – Оцінювати результати наукових і практичних досліджень та інновацій, презентувати їх фахівцям та нефахівцям. ПРНС1-2 – Вміти використовувати гідродинамічні методи для проектування проточної частини гідротурбіни та передачі.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Фізика	Гідравлічні турбіни та оборотні гідромашини
Гідрогазодинаміка	
Механіка в'язкої рідини	

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий кон- троль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	150/5	80	70	64	-	16	Р	2	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу у семестрі складає 53,33 (%)

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
Тема 1.1.				
1-3	Л	6	Методи гідромеханічного розрахунку спіральних камер. Гідромеханічний розрахунок спіральних камер. Послідовність розрахунку спіральної камери трапецієподібного перерізу. Розрахунок спіральної камери круглого перерізу за законом $V_u r = const$.	1-8,11
	СР	8	Розрахунок спіральних камер за законами $V_u = const$ і $V_u / r = const$. Розрахунок спіральної камери за потрібним характером зміни напрямлення потоку вздовж спірального каналу.	1-8,11
Тема 1.2.				
4-6	Л	6	Вплив спіральної камери на енергетичні характеристики турбіни. Метод послідовних наближень профілювання колон статору з урахуванням висоти колони і її товщини (метод Гутовського і Колтона) для спіральних камер розрахованих за різними методами.	1-8,11
	СР	8	Розташування статорних колон відносно лопаток напрямного апарату. Напрямний апарат гідротурбіни і його призначення. Види напрямних апаратів. Втрати енергії в радіальному напрямному апараті.	1-8,11
Тема 1.3.				
7	Л	2	Залежність середньої закрутки потоку перед робочим колесом від відкриття напрямного апарату.	1-8,11
	СР	4	Основні властивості потоку перед робочим колесом гідротурбіни.	1-8,11
Тема 1.4.				
8-10	Л	5	Профілювання лопаті робочого колеса гідротурбіни за допомогою двовимірної теорії. Зв'язок між формою лопаті і потоком всередині робочого колеса.	1-8,11
	СР	6	Основні припущення і залежності метода Бауерсфельда-Вознесенського. Послідовність профілювання нескінченного тонкої лопаті за допомогою методу Бауерсфельда.	1-8,11
Тема 1.5.				
11-14	Л	9	Просторовий потік в гідротурбінах. Задачі гідродинамічного розрахунку й схематизація течії у проточній частині. Розрахунок обтікання решіток профілів на	1-8,11

			криволінійних поверхнях току у шарі змінної товщини (Метод ЦКТИ). Втрати у робочому колесі.	
Тема 1.6.				
15-16	Л	4	Відсмоктуючі труби. Робота відсмоктуючої труби гідротурбіни. Вплив відсмоктуючої труби на зміну енергетичних характеристик турбіни.	1-8,11
	СР	6	ККД відсмоктуючої труби. Вплив відсмоктуючої труби на характеристики турбіни.	
Тема 2.1.				
17-20	Л	8	Основні рівняння гідротрансформаторів та гідромуфт. Рівняння моментів для лопатних коліс гідротрансформатора та гідромуфти. Рівняння напорів для насосного та турбінного коліс.	9,10,12
	СР	6	Рівняння балансу енергії в загальному вигляді. ККД гідродинамічних передач. Коефіцієнт трансформації моменту та передаточне відношення. Вплив кінцевої кількості лопаток на величину відхилення потоку решіткою профілів.	9,10,12
Тема 2.2.				
21-24	Л	8	Розрахунок зовнішніх характеристик гідротрансформатора та гідродинамічний розрахунок. Визначення основних геометричних розмірів проточної частини.	9,10,12
	СР	6	Розрахунок та побудова форми проточної частини гідротрансформатора. Профілювання лопаток робочих коліс гідротрансформатора.	9,10,12
Тема 2.3.				
25-26	Л	4	Осьові сили в гідромуфтах. Охолодження гідромуфт. Конструкції гідромуфт. Розрахунок гідромуфти постійного наповнення. Спільна характеристика двигуна з нерегульованою гідромуфтою.	9,10,12
	СР	6	Спільна характеристика електродвигуна змінного струму з регульованою гідромуфтою.	9,10,12
Тема 2.4.				
27-29	Л	6	Гідротрансформатори прямого ходу. Безрозмірне рівняння балансу енергії гідротрансформатора в загальному вигляді, рівняння відносних гідравлічних моментів та ККД. Безрозмірне рівняння балансу енергії та рівняння відносних гідравлічних моментів для трьохколісних гідротрансформаторів прямого ходу.	9,10,12
	СР	8	Форми відносних характеристик трьохколісних гідротрансформаторів прямого ходу. Розрахунок трьохколісних гідротрансформаторів прямого ходу. Коефіцієнти моменту та потужності гідротрансформатора.	9,10,12
Тема 2.5.				
30-32	Л	6	Спільна робота двигуна з гідротрансформатором. Комплексні гідропередачі. Багатоступінчаті гідротрансформатори прямого ходу. Гідротрансформатори оберненого ходу. Гідравлічні, об'ємні, механічні втрати в гідротрансформаторах та їх розрахунок.	9,10,12
	СР	8	Охолодження гідротрансформаторів та мінімальний тиск робочої рідини, що поступає в гідротрансформатор.	9,10,12
Разом (годин)		120		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	15
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	15
4	Виконання індивідуального завдання Р	20
5	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	70

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

розрахункова робота
(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Вибір порожнини робочого колеса РО гідротурбіни.	3
2	Розрахунок рівношвидкісного меридіонального потоку.	6
3	Розрахунок потенційного меридіонального потоку.	9
4	Порівняння ліній току потоків, а також графіків швидкостей.	12
5	Оформлення розрахункової роботи.	15

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методи організації і здійснення навчання:

1. Лекція. У лекції використовуються різні прийоми усного викладу інформації: підтримка уваги протягом тривалого часу, активізація мислення слухачів; прийоми, що забезпечують логічне запам'ятовування: переконання, аргументація, докази, класифікація, систематизація, узагальнення та ін.

2. Метод обговорення навчального матеріалу та дискусії застосовується на лекційних та практичних заняттях. Обговорення дозволяє значно поглибити і систематизувати знання, розуміння тієї чи іншої проблеми, перевірити підставу висновків, до яких прийшли студенти в ході вивчення конкретної теми.

Метод обговорення розвиває у студентів уміння відстоювати свої погляди і переконання.

Дискусія допомагає виявити, логічно і критично осмислити різні крапки зору, наукові концепції і підходи до розглянутих питань. Організація і підтримка дискусії досягається за допомогою використання наступних прийомів: постановка питань, (основних, додаткових, що наводять і ін.), обговорення відповідей і думок студентів, коригування відповідей і формулювання висновків.

3. Наочні і практичні методи навчання. Серед наочних методів навчання використовується ілюстрація і показ.

Ілюстрація - показ студентам плакатів, карт, графіків, замальовок на дошці.

4. Експерсії на виробничі об'єкти. Студенти під час експерсій вивчають конструкцію, порядок монтажу та експлуатації обладнання.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

1. Поточний контроль: опитування, виступи на практичних заняттях, тести, виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт.
2. Семестровий контроль: проводиться у формі екзамену з оцінкою відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом.

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

Таблиця 1. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

Контрольні роботи	Практичні роботи	КР (КП)	РГЗ	Індивідуальні завдання	Тощо	Іспит	Сума
20			30	20		30	100

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Згідно основних положень ЄКТС, під **системою оцінювання** слід розуміти сукупність методів (письмові, усні і практичні тести, екзамени, проекти, тощо), що використовуються при оцінюванні досягнень особами, що навчаються, очікуваних результатів навчання.

Успішне оцінювання результатів навчання є передумовою присвоєння кредитів особі, що навчається. Тому твердження про результати вивчення компонентів програм завжди повинні супроводжуватися зрозумілими та відповідними **критеріями оцінювання** для присвоєння кредитів. Це дає можливість стверджувати, чи отримала особа, що навчається, необхідні знання, розуміння, компетенції.

Критерії оцінювання – це описи того, що як очікується, має зробити особа, яка навчається, щоб продемонструвати досягнення результату навчання.

Основними концептуальними положеннями системи оцінювання знань та умінь студентів є:

1. Підвищення якості підготовки і конкурентоспроможності фахівців за рахунок стимулювання самостійної та систематичної роботи студентів протягом навчального семестру, встановлення постійного зворотного зв'язку викладачів з кожним студентом та своєчасного коригування його навчальної діяльності.

2. Підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів відбувається за рахунок контролю протягом семестру із використанням 100 бальної шкали (табл. 2). Оцінки обов'язково переводять у національну шкалу (з виставленням державної семестрової оцінки „відмінно”, „добре”, „задовільно” чи „незадовільно”) та у шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

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

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> - Глибоке знання навчального матеріалу модуля, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах; - вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - вміння проводити теоретичні розрахунки; - відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82-89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу, що передбачений модулем; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання містять певні неточності ;
75-81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати практичні задачі. 	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.
64-74	D	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивча-	Невміння давати аргументовані ві-

			ється, та їх практичного застосування ; - вміння вирішувати прості практичні задачі .	дповіді на запитання; - невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки ; - невміння вирішувати складні практичні задачі .
60-63	Е	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень матеріалу модуля, - вміння вирішувати найпростіші практичні задачі .	Незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу модуля; - невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку; - невміння застосувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	Додаткове вивчення матеріалу модуля може бути виконане в терміні, що передбачені навчальним планом .	Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати прості практичні задачі .
1-34	Ф (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно		- Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - незнання основних фундаментальних положень ; - невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розширений план лекцій, завдання для самостійної роботи, питання й задачі для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь студентів, завдання для комплексної контрольної роботи розміщені на сайті кафедри:
<http://www.kpi.kharkiv.edu/gdm>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Сокол Є., Черкашенко М., Потетенко О., Дранковський В., Гасюк О., Гриб О. Гідроенергетика. Том 2. Гідравлічні машини. Харків: НТУ «ХП», 2020. 534 с.
2	Барліт В.В. Сучасні гідродинамічні методи розрахунку лопатевих систем і САПР гідромашин. – К.: НМК ВО, 1993.
3	Getu Nailu, Michal Varchola, Peter Hlbocan. Design of Hydrodynamic Machines. Pumps and Hydro-Turbines.: CRC Press. 2022. 268 p. ISBN 9780367439613.
4	Євтушенко А. О. Гідродинамічні машини і передачі : навчальний посібник / А. О. Євтушенко. – Суми : Сумський державний університет, 2005. – С. 27–33.
5	Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривод : підручник. Київ : Центр навчальної літератури. 2006. 616 с.
6	Bikash Kumar Sarkar. Hydraulic Turbine Control Design.: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 132 p. ISBN-10: 3659256692.
7	Проектування комплексних гідротрансформаторів: навч. посіб. / А. В. Бондаренко, П. С. Зав'ялов. – Х. : НТУ «ХП», 2008. – 112 с.

Допоміжна література

8	Viktor Gelpke. Hydraulic Turbines - Their Design and Installation.: Research Press, 2010. 298 p. ISBN: 1445579731.
9	Боднар Б. Є., Бобирь Д. В., Капіца М. І. Гідравлічні передачі локомотивів : підручник. Дніпро : Дріант, 2021. 466 с. ISBN 978-966-2394-50-4.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

<http://www.kpi.kharkiv.edu/gdm/>

<http://library.kpi.kharkov.ua>

<http://library.nung.edu.ua/>