

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

Кафедра Гідравлічні машини ім. Г.Ф.Проскури

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова науково-методичної комісії
зі спеціальності 145 «Гідроенергетика»

Андрій РОГОВИЙ

«_____» _____ 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розрахунки на міцність лопатевих гідромашин

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 14. Електрична інженерія

спеціальність 145 «Гідроенергетика»

освітня програма Гідроенергетика

вид дисципліни дисципліни вільного вибору професійної підготовки за блоками

форма навчання денна

Харків 2021

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни **Розрахунки на міцність лопатевих гідромашин**

Розробник:

доц., к.т.н.

Ірина ТИНЬЯНОВА

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри
«Гідравлічні машини ім. Г.Ф.Проскури»

Протокол № від «__»_____2021 року

Завідувач кафедри
«Гідравлічні машини ім. Г.Ф.Проскури»_

Андрій РОГОВИЙ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва спеціальності	ПБ голови групи забезпечення	Підпис
<u>145 «Гідроенергетика»</u>	<u>Андрій РОГОВИЙ</u>	

Голова групи забезпечення спеціальності

145 «Гідроенергетика»
(назва комісії)

Андрій РОГОВИЙ
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 року

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 ДИС- ЦИПЛІНИ

Мета: надання можливостей для засвоєння майбутніми фахівцями найбільш універсальних знань з механіки твердого тіла, теорії пружності, пластичності, витривалості, теорії стрижнів, пластин, оболонок, а також стійких умінь, навичок і потреб у їхньому самостійному оновленні.

Компетентності: СК2. Здатність застосовувати знання і розуміння фізико-математичних та інженерних наук для розв'язування професійних задач.

СК6. Здатність використовувати наукову і технічну літературу, бази даних та інші джерела інформації у професійній діяльності в гідроенергетиці.

СК9. Здатність забезпечувати якість в гідроенергетиці.

СК10. Здатність враховувати характеристики і властивості матеріалів, обладнання, процесів при розробці проектів та професійній діяльності в гідроенергетиці.

Результати навчання: ФКС 1-6. Здатність самостійно вирішувати практичні завдання, що пов'язані з оцінкою статичної і динамічної міцності, довговічністю основних деталей і вузлів лопатевих гідромашин, вміння здійснювати вибір матеріалів для конкретних деталей лопатевих гідромашин, виходячи з умов їхньої експлуатації.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Вища математика	Гідравлічні турбіни і передачі
Фізика	Гідравлічні турбіни та оборотні гідромашини
Опір матеріалів	
Деталі машин	
Теоретична механіка	

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
10	90/3	48	42	32	-	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
Змістовий модуль № 1 Розрахунок на міцність робочих коліс і напрямних апаратів				
Вступ.				
1	Л	2	Головні проблеми оцінки статичної і динамічної міцності, що витікають при проектуванні лопатевих гідромашин і шляхи їх розв'язання. Сучасні інженерні методи рішення місцевих задач. Поняття напружено-деформованого стану. Метод кінцевих елементів. Критерії міцності. Експериментальні дослідження напруженого стану деталей гідромашин.	1,2
Тема 1. Розрахунки деталей осьових і діагональних робочих коліс гідротурбін на міцність.				
2	Л	2	Зусилля, що діють на лопать робочого колеса. Розрахунок на міцність кореневого перерізу лопаті і перерізів пера лопаті в зоні вихідної кромки. Розрахунок на міцність фланця лопаті. Матеріали лопатей, допустимі напруги.	1,2
3	Л	2	Розрахунок на міцність основних деталей механізму повороту лопатей робочого колеса.	1,2,4
4	Л	2	Розрахунок потрібного зусилля сервомотора робочого колеса ПЛ гідротурбіни.	9-13
5	Л	2	Розрахунок на міцність болтів, що утримують фланець лопаті. Матеріали деталей механізму повороту лопатей, вимоги до них. Розрахунок запасу міцності від утомленості лопатей робочих коліс осьових гідротурбін.	1,2,4
6	Л	2	Конструктивний аналіз елементів радіально-осьового робочого колеса з точки зору механіки твердого деформованого тіла.	1,2,4
7	ПЗ	2	Розрахунки на міцність кореневого перерізу і фланця лопаті осьової гідротурбіни.	1,4,7
8	ПЗ	2	Розрахунок запасу міцності від утомленості лопатей робочих коліс осьових гідротурбін.	3,4,8
Тема 2. Розрахунки на міцність радіально-осьових робочих коліс.				
10	Л	2	Наближений розрахунок на міцність цілісного радіально-осьового робочого колеса. Розрахункові схеми і оцінки міцності лопатей швидкісних і тихохідних радіально-осьових робочих коліс. Розрахунок запасу міцності від утомленості лопатей робочих коліс радіально-осьових гідротурбін. Експлуатаційні і технологічні фактори, що впливають на опір утомленості. Матеріали робочих коліс, допустимі напруги.	1-4

Тема 3. Розрахунки на міцність деталей напрямного апарату.				
11	Л	2	Кінематична схема механізму повороту лопаток напрямного апарату. Розрахунок потрібного зусилля і діаметру сервомотора напрямного апарату. Матеріали деталей, допустимі напруги.	1,2,4
12	ПЗ	2	Розрахунок потрібного зусилля і діаметру сервомотора напрямного апарату.	1,2,4
13	Л	2	Розрахунок на міцність лопатки напрямного апарату і деталей механізму повороту.	1,2,4
14	ПЗ	2	Розрахунок на міцність лопатки напрямного апарату і деталей механізму повороту.	2,4
15	Л	2	Розрахунок на міцність деталей механізму повороту лопаток напрямного апарату.	1,2,4
Змістовий модуль № 2 Розрахунок на міцність валів і вузла спіральна камера статор				
Тема 4. Статичні і динамічні розрахунки валів вертикальних гідроагрегатів.				
17	Л	2	Розрахунок тіла валу на кручення і розтягнення. Розрахунок на міцність фланців вала.	1,2,4
18-19	Л	4	Розрахунок критичної швидкості обертів вала при поперечних, продовжених і крутильних коливаннях. Матеріали валів, вимоги до них, допустимі напруги.	1,2,4
19-20	ПЗ	4	Розрахунок на міцність тіла вала і його фланців. Розрахунок критичної швидкості обертання вала гідроагрегата.	1,2,4
Тема 5. Розрахунок кріплення фланцевих з'єднань.				
21	Л	6	Способи з'єднання валів між себе і з робочим колесом. Розрахунок податливості болта і деталей, що стягуються. Розрахунок на міцність прохідних і припасованих болтів. Розрахунок припасованих втулок. Матеріали деталей кріплення, вимоги до них, допустимі напруги.	1,2,4
Тема 6. Розрахунок на міцність вузла спіральна камера-статор.				
22	Л	2	Характеристика напруженого стану металеві спіральної камери. Визначення головних напруг в круглих перерізах металеві спіральної камери. Спрощений розрахунок статора на міцність, сили, що діють на колони статора. Матеріали спіральних камер і статора, вимоги до них, допустимі напруги.	1,2
Тема 7. Розрахунки на міцність деталей лопатевих насосів.				
23	Л	2	Розрахунок на міцність робочих коліс відцентрових і осьових насосів (розрахунки втулки, лопатей робочих коліс, дисків робочого колеса, деталей механізму повороту лопатей робочого колеса).	5,6
24	Л	2	Розрахунки валів насосів на критичні числа обертів Матеріали лопатевих насосів, вимоги до них, допустимі напруги.	5,6

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	8
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	6
4	Виконання індивідуального завдання (Р)	20
5	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	42

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

«Розрахункова робота»

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Опис конструкції турбіни.	4
2	Розрахунок валу на міцність. Розрахунок лопаті на міцність	8
3	Виконання графічної частини. Формат А1.	12
4	Розрахунково-пояснювальна записка 20 стор.	14

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

На лекціях використовуються технічні засоби навчання, активні методи навчання за методиками діалогу з аудиторією, наскрізної мозкової атаки, постановки проблем, подачі інформації в алгоритмічній формі.

На практичних заняттях закріплюється теоретичний матеріал з розв'язання задач з метою придбання досвіду та навичок у застосуванні методів розрахунків на міцність окремих деталей та вузлів лопатевих гідромашин, а також навичок щодо вибору матеріалів деталей лопатевих гідромашин.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль – опитування за теоретичним матеріалом, виконанням самостійних робіт, у тому числі індивідуальних розрахункових завдань, написання контрольних робіт, семестровий контроль – усний залік.

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

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Поточне тестування та самостійна робота		Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	
T1-T3	T4-T7	100
50	50	

T1, T2, ... T7 – номери тем змістових модулів.

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

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

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розширений план лекцій, завдання для практичних занять, 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 «ХПІ», 2020. 534 с.
2	Самойленко Е.Г. Гідроенергетичне обладнання гідро- та гідроакумулюючих електростанцій. – Підручник. Запоріжжя, ЗДіА, 2006, 406 с
3	Лутаєв В.В., Сінчук С.В. Гідроелектростанції. Навч. Посіб. – Рівне: НУВГП, 2013, 173 с.
4	Молчанов А.О., Казанчан А.К., Кузнєцов Ю.М. М75 Опір матеріалів. Основи теорії, практикум і індивідуальні завдання: Навчальний посібник . – Херсон: ХДМІ, 2010. – 99 с..
5	В.І. Мандрус. Гідравлічні та аеродинамічні машини: насоси, вентилятори, газодуви, компресори : Підручник. – Львів : «Магнолія 2006», – 2018. – 340с.
6	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..
7	Цехмістро Л.М. Визначення напруги в лопаті робочого колеса осьової гідротурбіни. Методичні вказівки для виконання курсового та дипломного проєктів. – Харків: НТУ «ХПІ», 2001.
8	Цехмістро Л.М. Розрахунок запасу втомної міцності лопат робочих коліс гідротурбін. Методичні вказівки для виконання курсового та дипломного проєктів. – Харків: НТУ «ХПІ», 2001.
9	Цехмістро Л.М. Розрахунок діаметра поршня сервомотора направляючого апарату. Методичні вказівки для виконання курсового та дипломного проєктів. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007
10	Козяр М.М., Фещук Ю.В., Парфенюк О.В. Комп'ютерна графіка: SolidWorks. К. : Видавничий Дім «Олді-Плюс», 2018. – 252 с. ISBN 978-966-289-191-1

Допоміжна література

11	Бойко А. П. Комп'ютерне моделювання в середовищі AUTOCAD. Частина 1. Геометричне та проєкційне креслення : навч. посіб. / А. П. Бойко. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. – 116 с.
12	Роговий А.С. Використання методів числового вирішення задач інженерного аналізу: навчальний посібник / А.С. Роговий. – Харків: 9 ХНАДУ, 2019. –112 с.
13	Sham Tickoo. SOLIDWORKS 2021 for Designers, 19th Edition Paperback. – CAD/CIM Technologies, 2021. – 1040 p. ISBN-10: 1640571035

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

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

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

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