

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 оборотні гідромашини
(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 оборотні гід-
ромашини

(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, ГЕС, ГАЕС, малих, міні- та мікрогідроелектростанцій, 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

Результати навчання: ПРН10 – Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання гідроенергетики. ПРН16 – Обґрунтовувати вибір матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також обмежень щодо них в гідроенергетиці на основі сучасних знань в гідроенергетиці та суміжних галузях, наукової, технічної та довідкової літератури, відповідних баз знань та іншої доступної інформації. ПРН20 – Оцінювати результати наукових і практичних досліджень та інновацій, презентувати їх фахівцям та нефахівцям.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Гідромеханічне обладнання ГЕС та ГАЕС	
Основи САПР лопатевих гідромашин	
Гідравлічні турбіни та передачі	

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	150/5	80	70	64	16	-	КП	2	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу у семестрі 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). 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	Л	4	Сучасний стан і перспективи розвитку гідроенергетики в Україні. Критерії практичної цінності енергоресурсів. Переваги та недоліки ГЕС у порівнянні із ТЕС та АЕС.	1,5-8,10,11
2	ЛЗ	2	Схеми природних водотоків.	1,5,7,9-11
3	СР	8	Енергія та потужність водотоку. Технічні схеми використання гідроенергії. Типи гідроенергетичних установок. Гідроелектричні, гідроакумуючі, приливні електростанції. Насосні станції.	1,5,7,9-11
Тема 1.2.				
4	Л	10	Мета та пріоритети розвитку гідроенергетики України. Класифікація гідротурбін за робочим процесом. Проект будівництва Канівської ГАЕС. Коефіцієнт реактивності. Основні геометричні параметри реактивних та активних гідротурбін. Системи та типи гідротурбін, їх використання відповідно до напорів.	1,5,7,9-11
5	ЛЗ	2	Проточна частина реактивної гідротурбіни, призначення всіх її елементів.	1,5,7,9-11
6	СР	10	Задачі розрахунково-теоретичних досліджень проточної частини гідротурбін. Структура потоку в проточній частині реактивних гідротурбін та припущення, що беруться. Розкладання абсолютного потоку на складові потоки: циркуляційний та меридіональний потоки. Основне рівняння гідромашин.	1,5,7,9-11
Тема 1.3.				
7	Л	10	Безпека гідротехнічних споруд ГЕС та ГАЕС. Вступ. Історія розвитку малої енергетики. Програма розвитку малої енергетики. Класифікація малих ГЕС (МГЕС). Режими роботи і техніко-економічні показники МГЕС. Принципові схеми МГЕС. Гідротурбіни малих ГЕС. Осьові турбіни. Радіально-осьові гідротурбіни. Активні турбіни. Гідрогенератори МГЕС. Регулятори турбін. Механічні передачі.	1-3,9,12-15
8	ЛЗ	2	Будівлі приплотинних і дериваційних малих ГЕС.	1-3,9,12-15
9	СР	8	Будівлі малих гідроелектростанцій. Типи будівель ГЕС. Будівлі руслових малих ГЕС. Будівлі ГЕС з відкритими турбінними камерами. Будівлі ГЕС з напірними турбінними камерами.	1-3,9,12-15

			Будівлі ГЕС з «трубними» гідроагрегатами. Будівлі ГЕС з капсульними і прямоточними гідроагрегатами. Будівлі ГЕС з реактивними турбінами і кожуховим підведенням води. Будівлі ГЕС з радіально-осьовими турбінами і спіральними камерами. Будівлі ГЕС з ковшовими турбінами.	
Тема 1.4.				
10	Л	10	Законодавче забезпечення розвитку гідроенергетики. Проблеми розвитку гідроенергетики України. Стимулювання розвитку малої гідроенергетики. Характеристики турбін малих ГЕС. Енергетичні характеристики. Жорстколопатеві (РО і Пр) турбіни. Поворотнолопатеві (ПЛ) турбіни. Активні гідротурбіни. Порівняння турбін по їх енергетичним характеристикам. Кавітаційні характеристики. Кавітаційний коефіцієнт турбіни. Умови безкавітаційної роботи турбіни..	1-3,5-7,9-11
11	ЛЗ	2	Стандартизація малих турбін	1-3,9,12-15
	СР	10	Постановка завдання стандартизації. Ряд серій реактивних гідротурбін. Нормативний ряд діаметрів. Область застосування серії турбін. Загальні закономірності для турбін Пельтона. Стандартизація турбін Пельтона. Гідротурбіни для МГЕС, що випускаються іноземними фірмами.	1-3,9,12-15
Тема 2.1.				
12	Л	6	Вступ. Гідроакумуючі електростанції та їх гідросилове обладнання. Напрямок розвитку гідроакумуючих електростанцій. Схеми і конструкції агрегатів гідроакумуючих електростанцій.	5-7,9,10
13	ЛЗ	2	Розрахунок енергетичних характеристик оборотних гідромашин.	5-7,9,10
14	СР	8	Основні теоретичні положення. Режими роботи оборотних гідромашин. Струменева теорія гідромашин. Основи вихрової теорії. Приведені показники і коефіцієнти гідромашин. Режими роботи оборотних гідромашин.	5-7,9,10
Тема 2.2.				
15	Л	10	Основні параметри і особливості оборотних гідромашин. Залежність основних параметрів від коефіцієнта швидкохідності. Заглиблення робочих коліс. Особливості проточної частини і робочих органів оборотних гідромашин. Конструкції оборотних гідромашин. Робота насосів в якості турбін і турбін в якості насосів.	1-3,5,6,10
16	ЛЗ	2	Повні універсальні характеристики.	5-7,9,10

17	СР	8	Багатоступінчасті оборотні гідромашини. Спеціальні типи оборотних гідромашин. Конструктивні способи зниження заглиблення будівлі ГАЕС. Характеристики оборотних гідромашин. Безрозмірні (відносні) характеристики.	5-7,9,10
Тема 2.3.				
18	Л	6	Перехідні процеси в агрегатах і водоводах ГАЕС та їх розрахунки. Види перехідних процесів і їх особливості. Втрата приводу оборотним гідроагрегатом.	1-3,6,7,9-11
19	ЛЗ	2	Методика розрахунків гідромеханічних перехідних процесів	1-3,6,7,9-11
20	СР	10	Особливості процесу при незмінному положенні регулюючих органів. Закриття направляючого апарату при втраті приводу та зупинці в насосному режимі.	1-3,6,7,9-11
Тема 2.4.				
21	Л	8	Скидання навантаження і зупинки в турбінному режимі. Вихід оборотного гідроагрегату в розгін. Особливості процесів при скидах навантаження та зупинці. Режими регулювання. Процеси пуску оборотних гідроагрегатів і переводу з режиму в режим.	2,4,6,7,11
22	ЛЗ	2	Розрахунок часу асинхронного пуску.	1-3,6,7,9-11
23	СР	8	Пуски в турбінний і насосний режими. Набір розрахункової витрати в насосному режимі. Переведення з режиму в режим. Зняття повних характеристик гідромашин в натурних умовах.	1-3,6,7,9-11
Разом (годин)		150		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	10
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	20
4	Виконання індивідуального завдання (КП)	20
5	Інші види самостійної роботи	-
Разом		70

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Курсовий проект (вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Вибір типу гідротурбіни та розрахунок її основних параметрів.	4
2	Вибір підводу та відводу гідротурбіни.	8
3	Розрахунок робочого колеса гідротурбіни.	12
4	Побудова просторової моделі гідротурбіни	14
5	Оформлення 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. Екскурсії на виробничі об'єкти. Студенти під час екскурсій 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 ЗНАНЬ 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 вмінь 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	<ul style="list-style-type: none"> - Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування; - вміння вирішувати прості практичні задачі. 	<ul style="list-style-type: none"> Невміння давати аргументовані відповіді 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 застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	Додаткове вивчення матеріалу модуля може бути виконане в терміни, 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, плани практичних занять, завдання для самостійної роботи, поточного та підсумкового контролю знань і вмінь студентів, завдання до 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	Y. Sokol, M. Cherkashenko, O. Potetenko, Y. Krupa, K. Rezvaya, O. Hryb. Hydropower engineering. Fluid dynamics. Kharkiv.: NTU “KhPI”, 2021. 258 p.
3	Bikash Kumar Sarkar. Hydraulic Turbine Control Design.: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012. 132 p. ISBN-10: 3659256692.
4	Барліт В.В. Сучасні гідродинамічні методи розрахунку лопатевих систем і САПР гідромашин. – К.: НМК ВО, 1993.
5	Степанов М.Н. Гідравлічні машини. – К.: Вища школа, 1973.
6	Grant Ingram. Basic Concepts in Turbomachinery.: Grant Ingram & Ventus Publishing ApS., 2019. 145 p. ISBN 978-87-7681-435-9
7	Getu Hailu, Michal Varchola, Peter Hlbocan. Design of Hydrodynamic Machines. Pumps and Hydro-Turbines.: CRC Press. 2022. 268 p. ISBN 9780367439613.

Допоміжна література

8	Viktor Gelpke. Hydraulic Turbines - Their Design and Installation.: Research Press, 2010. 298 p. ISBN: 1445579731.
9	Jafar Mehdi Hassan, Salman Hussien Omran. Hydraulic Power Plants: A Textbook for Engineering Students.:2021. 300 p. ISBN: 978-981-14-9410-9

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

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

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

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