

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-
наукового інституту ЗНУ

_____ Метеленко Н.Г.
(підпис) (ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 2022 р.

ГІДРОЕЛЕКТРОДИНАМІКА

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки магістрів
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 145 «Гідроенергетика»,
освітньо-професійна програма 145 «Гідроенергетика»

Укладач : Радченко В. В., к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики та
гідроенергетики

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри ТГЕ

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 2022 р.
Завідувач кафедри _____

_____ (підпис)

Ухвалено науково-методичною радою
ІННІ _____

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 2022 р.
Голова науково-методичної ради ІННІ _____

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

Погоджено
з навчально-методичним відділом

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

2022 рік

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 14 Електрична інженерія (шифр і назва)	Кількість кредитів – 6	Обов'язкова / Вибіркова (обрати статус дисципліни відповідно до ОПП)	
		Цикл дисциплін..... (вказати цикл, до якого належить програма, відповідно до ОПП та навчального плану)	
Спеціальність <u>145 Гідроенергетика</u> (шифр і назва)	Загальна кількість годин – 180	Семестр:	
Спеціалізація / Предметна спеціальність (для спеціальностей 014, 016, 035, 227)		1 -й	1 -й
(шифр і назва)	*Змістових модулів – 10	Лекції	
Освітньо-професійна програма <u>Гідроенергетика</u> (назва)		30 год.	4 год.
		Практичні/Семінарські/Лабораторні (обрати вид занять відповідно до навчального плану освітньої програми)	
Рівень вищої освіти: бакалаврський / магістерський (необхідне обрати)	Кількість поточних контрольних заходів – 10	10/10год.	2год.
		Самостійна робота	
		130 год.	156 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен / <u>залік</u> (необхідне обрати)	

*Кількість змістових модулів визначається за формулою: $ZM = (ЗКК - 1К) \times 2$, де ZM – змістові модулі, $ЗКК$ – загальна кількість кредитів, $1К$ – 1 кредит відводиться на підсумковий семестровий контроль.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Гідроелектродинаміка» є ознайомлення з основними теоретичними й прикладними питаннями, варіативними складовими технологічних процесів і динамікою в гідроенергетиці.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни « Гідроелектродинаміка » є: засвоєння основних методів теорії й практики досліджень динамічних процесів, побудови математичних моделей, особливості їх дослідження й реалізації за допомогою обчислювальної техніки й застосування інтегрованих програмних систем дозволить слухачам курсу впевнено почуватися в середовищі дослідників, вільно орієнтуватися у спеціальній термінології, розширити світогляд в галузі динаміки гідроенергетики.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент має

знати: основні принципи гідро та електродинаміки; можливості досліджень та обчислень динамічних процесів; принципи опису практичних завдань

гідроелектродинаміки; принципи й можливості використання аналогій різнорідних процесів; методи ефективного використання математичних засобів;

вміти: обирати й аналізувати гідроелектродинамічні складові для заданих умов; використовувати типові схеми досліджень динаміки пристроїв і процесів; розраховувати й оцінювати динамічні показники впливів у стандартних та екстремальних режимах використання.

Студент має набути наступних компетентностей та результатів навчання (знання, уміння тощо):

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
Загальні компетенції	
<p>ЗК 3 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.</p> <p>ЗК 5 Здатність розробляти та управляти проектами</p> <p>ЗК 8 Визначеність та наполегливість щодо поставлених завдань та обов'язків.</p>	<p>Методи:</p> <p>Наочні (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Словесні (лекція, пояснення, робота з літературою).</p> <p>Практичні (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні (індуктивні, дедуктивні, створення й розв'язання проблемної ситуації).</p>
Спеціальні компетенції	
<p>СК 2 Здатність застосовувати знання й розуміння фізико-математичних та інженерних наук до розв'язання професійних завдань.</p> <p>СК 3 Здатність застосовувати системний підхід, методи багатовимірної оптимізації та прийняття рішень, сучасні технології та інженерні методи при проектуванні гідроенергетичних споруд та обладнання</p> <p>СК 8 Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в гідроенергетичній галузі.</p> <p>СК 9 Здатність забезпечувати якість в гідроенергетиці.</p> <p>СК 11 Здатність забезпечувати захист інтелектуальної власності в гідроенергетиці</p>	<p>Методи:</p> <p>Дослідницькі (самостійна робота, проекти).</p> <p>Наочні (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Практичні (творчі завдання, контрольні).</p> <p>Логічні (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Формування професійного пізнавального спрямування (навчальна дискусія, доповідь, створення фахових ситуацій).</p>
Програмні результати навчання	
<p>ПР 01 Розв'язувати складні інженерні завдання і проблеми гідроенергетики, що потребує оновлення та інтеграції знань, у тому числі в умовах неповної інформації та суперечливих вимог.</p>	

<p>ПР 02 Проводити дослідницьку та/або інноваційну діяльність в сфері гідроенергетики.</p> <p>ПР 06 Вільно користуватися держаною та іноземними мовами усно і письмово для презентації та обговорення результатів досліджень та інновацій, виробничих процесів та інших питань професійної діяльності в галузі електричної інженерії зокрема, гідроенергетики</p> <p>ПР 07 Приймати обґрунтовані рішення з інженерних питань гідроенергетики у складних і непередбачуваних умовах, у тому числі з застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.</p> <p>ПР 08 Аналізувати, оцінювати та мати навички прийняття рішень з розвитку професійного знання і практик команди у сфері гідроенергетики.</p> <p>ПР 13 Відшукувати, оцінювати та аналізувати необхідну інформацію в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації.</p> <p>ПР 16 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.</p> <p>ПР 17 Мати навички керування, розроблення, впровадження та супроводження проектів в гідроенергетиці.</p>	<p>Методи контролю й самоконтролю (усний, письмовий, програмований, практичний).</p> <p>Контрольні заходи: теоретичне опитування за змістовим модулем, звіти з індивідуальних завдань.</p> <p>Підсумковий контроль</p>
---	--

Міждисциплінарні зв'язки.

Дисципліна базується на знаннях з прикладної гідравліки, гідрології, гідромеханіки та електромеханіки, електричного обладнання й перехідних процесів ГЕС.

Спрямована на забезпечення ефективних інструментів системних досліджень динамічних процесів обладнання й технології генерації ГЕС.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Напрями дослідження динаміки гідроенергетичних об'єктів

Основи динаміки об'єктів та систем. Визначення динамічних показників. Особливості впливів динамічних складових на обладнання й процеси.

Змістовий модуль 2. Гідродинамічні характеристики процесів

Гідродинамічні характеристики потоку. Гідравлічний стрибок. Ежекція. Вихори, Кавітація. Несталий рух. Хвильові характеристики. Гідравлічний удар. Основи теорії подібності. Моделі гідродинаміки.

Змістовий модуль 3. Гідродинамічні процеси середовищ

Системні та метасистемні впливи. Глобальні гідродинамічні процеси. Локальні гідродинамічні процеси. Гідродинаміка гідромеханічних складових.

Змістовий модуль 4. Гідродинаміка проточного тракту ГЕС

Інерційні характеристики й складові проточного тракту. Впливи проточного тракту на динаміку перетворень. Динамічні властивості проточного тракту.

Змістовий модуль 5. Гідродинаміка гідромеханічних перетворювачів

Інерційні характеристики й складові гідромеханічних перетворювачів. Динамічні властивості системи регулювання швидкості. Характеристика гідромеханічного процесу.

Змістовий модуль 6. Особливості електродинамічних складових генерації

Динамічні якості електричного обладнання ГЕС. Динамічні властивості системи регулювання потужності. Динамічні складові процесу генерації.

Змістовий модуль 7. Гідроелектричні задачі прикладної динаміки

Динамічні якості гідрогенератора. Рівняння Парка-Горєва. Рівняння динаміки гідроагрегата. Динамічні властивості системи регулювання напруги.

Змістовий модуль 8. Динамічні якості систем збудження

Динамічні властивості й впливи кола збудження. Динаміка системи самозбудження. Вплив збудження на динаміку генерації.

Змістовий модуль 9. Дослідження тракту енергетичних перетворень ГЕС

Характеристика метасистемних середовищ. Опис елементів та складання моделі. Дослідження й визначення характеристик складовий й процесу.

Змістовий модуль 10. Реалізація гідроелектродинамічних досліджень

Опис та моделювання об'єкта досліджень. Планування й оцінка результатів досліджень.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин	Лекційні заняття, год		Семінарські/ Практичні /Лабораторні заняття, год		Теор. зав-ня, к-ть балів			Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів	
			о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.		о/д ф.	з/дист ф.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	12	5	3		1	1	13		5	5	10	
2	12	5	3		1	1	13		5	5	10	
3	12	5	3		1	1	13		5	5	10	
4	12	5	3		1	1	13		5	5	10	

5	12	5	3		1	1	13		5	5	10
6	12	5	3		1	1	13		5	5	10
7	12	5	3		1	1	13				
8	12	5	3		1	1	13				
9	12	5	3		1	1	13				
10	12	5	3		1	1	13				
Усього за змістовним модулем	120	50	30		10	10	130		30	30	60
Підсумковий семестровий контроль залік/екзамен	30						30				40
Загалом	180							100			

**На кожен змістовий модуль необхідно передбачити проведення мінімум одного поточного комплексного контрольного заходу (контрольних заходів може бути й більше), який би діагностував як рівень засвоєння теоретичних знань здобувачів, так і рівень сформованості вмін та навичок.*

5. ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

№ змістовного модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1-2	Основи динаміки об'єктів та систем. Визначення динамічних показників. Особливості впливів динамічних складових на обладнання й процеси.	4	...
3-4	Гідродинамічні характеристики потоку. Гідравлічні процеси. Несталий рух. Хвильові характеристики. Гідравлічний удар. Основи теорії подібності. Моделі гідродинаміки.	6	
5	Системні та метасистемні впливи. Глобальні гідродинамічні процеси. Локальні гідродинамічні процеси. Гідродинаміка гідромеханічних перетворювачів.	4	
6-7	Динамічні якості електричного обладнання ГЕС. Динамічні властивості та впливи системи регулювання напруги.	6	
8-9	Динамічні якості гідрогенератора. Рівняння Парка-Горєва. Рівняння динаміки гідроагрегата.	5	
10	Опис та забезпечення об'єкта досліджень. Планування й оцінка результатів досліджень.	5	
Разом		30	...

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ/ЛАБОРАТОРНИХ) ЗАНЯТЬ

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1-2	Динаміка перехідних процесів ГЕС. Динамічний аналіз системи генерації.	2	...
3-4	Динамічні характеристики потоку. Показники динаміки обладнання ГЕС.	2	
5-6	Опис та гідродинамічні показники процесу. Визначення гідродинамічних характеристик.	4	
7-8	Математичний опис й побудова моделі. Визначення плив динаміки вимірювань.	4	

9	Електродинамічна стійкість обладнання. Дослідження моделей стійкості обладнання.	4	
10	Побудова гідроелектродинамічної моделі. Дослідження моделі.	4	
Разом		20	...

7. ВИДИ Й ЗМІСТ ПОТОЧНИХ КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Теоретичне завдання	Динамічний аналіз.	Правильна відповідь – 1 б	1
	Практичне завдання	Визначити інерційні чинники та їх вплив.	Правильна відповідь – 1 б	1
Контр. заходів	2			2
2	Теоретичне завдання	Динамічні характеристики потоку	Правильна відповідь – 3 б	3
	Практична робота	Визначення динамічних складових	Правильно вирішене завдання – 5 б	5
Контр. заходів	2			8
3	Теоретичне завдання	Показники динаміки обладнання ГЕС	Правильна відповідь – 5 б	5
	Практична робота	Визначення динамічних показників	Правильно вирішене завдання – 5 б	5
Контр. заходів	2			10
4	Теоретичне завдання	Гідромеханічні показники процесу перетворень	Правильна відповідь – 5 б	5
	Практична робота	Визначення гідромеханічних показників процесу	Правильно вирішене завдання – 5 б	5
Контр. заходів	2			10
5-6	Теоретичне завдання	Опис та гідродинамічні показники процесу	Правильна відповідь – 5 б	5
	Практичне завдання	Визначення гідродинамічних характеристик.	Правильно вирішене завдання – 5 б	5
Контр. заходів	2			10
7-8	Теоретичне завдання	Математичний опис й побудова моделі	Правильна відповідь – 5 б	5
	Практичне завдання	Визначення пливу динаміки вимірювань.	Правильно вирішене завдання	5

			– 5 б	
Контр. заходів	2			10
9-10	Практичне завдання	Побудова й дослідження гідроелектродинамічної моделі	Правильно вирішене завдання – 10 б	10
Контр. заходів	1			10
Усього за контр. заходи	10			60

Індивідуальне завдання

Мета індивідуального завдання: пошук джерел інформації, детальніша й поглиблена проробка лекційного матеріалу; перевірка та контроль ступеня засвоювання теоретичного матеріалу; формування у студентів передбачених робочою програмою вмій.

Пропоновані теми індивідуальних завдань

№ теми з/прогр. вказується номер теми відповідно до п.3 Програма навчальної дисципліни	Назва	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Аналіз динамічних складових генерації ГЕС.	10	10
2	Розробка гідроелектродинамічної моделі енергетичного перетворювача ГЕС.	10	12
3	Доповідь за темами розробки.	6	6
Разом		26	28

8. ПІДСУМКОВИЙ СЕМЕСТРОВИЙ КОНТРОЛЬ

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Залік	Два теоретичні питання	Питання формуються з навчального матеріалу всього курсу	Кожна правильна відповідь 15 б Кожна частково правильна відповідь 7 б	30
	Практичне завдання	Провести розрахунок динамічних показників	Вчасне правильне вирішення – 10 б. Невчасне правильне вирішення – 6 б. Вчасне вирішення з помилками – 4 б. Невчасне вирішення з помилками – 2 б.	10

Усього за підсумковий семестровий контроль		40
--	--	----

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Чугаев Р. Р. Гидравлика. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 672 с.
2. Емцев Б. Т. Техническая гидромеханика. – М.: Машиностроение, 1987. – 460 с.
3. Туровский Я. Техническая электродинамика. – М.: Энергия, 1974. – 488 с.
4. Угольников О. П., Журавльова І. Б. Математичні методи та моделі енергетичного обладнання. – Одеса; Херсон : Грінь Д. С., 2015. - 217 с.

Додаткова:

1. Богомолов А. И., Михайлов И. А. Гидравлика. – М.: Стройиздат, 1972. – 648 с.
2. Константинов Ю. М. Гидравлика. – К.: Вища школа, 1988. – 398 с.
3. Федяевский К. К., Фаддеев Ю. И. Гидромеханика. – М.: Судостроение, 1968. – 567 с.
4. Дейли Дж., Харлеман Д. Механика жидкости. – М.: Энергия, 1971. – 480 с.
5. Этинберг И. Э., Радхман Б. С. Гидродинамика гидравлических турбин. – Л.: Машиностроение, 1978. – 279 с.
6. Абрамович Г. Н. Теория турбулентных струй. – М.: ГИ ФМЛ, 1960. – 716 с.
7. Юхименко А. И., Берковский Б. С., Мирабель П. П. И др. Задачи и методы гидродинамики подводных крыльев и винтов. – К.: Наукова думка, 1966. – 160 с.
8. Кривченко Г. И. Расчеты на микрокалькуляторах переходных процессов в гидроэлектростанциях. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 136 с.
9. Баскаков С. И. Основы электродинамики. – М.: Советское радио, 1973. – 243 с.
10. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1985. – 536 с.
11. Бушуев В. В. Динамические свойства электроэнергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 120 с.
12. Переходные процессы в системах электроснабжения. / В. Н. Винославский, Г. Г. Пивняк, Л. И. Несен и др. Под ред. В. Н. Винославского. – К.: Вища школа, 1989. – 422 с.
13. Кравченко А. Н., Нижник Л. П. Электродинамические расчеты в электротехнике. – К.: Техніка, 1977. – 182 с.
14. Горев А. А. Переходные процессы синхронной машины. – Л.: Наука, 1985.

– 502 с.

15. Колебания и устойчивость синхронных машин./ Костюк О. М., Соломаха М. И. Отв. Ред. Стогний Б. С. –К.: Наукова думка, 1991. 200 с.
16. Франко, Ю. П. Моделювання роботи малої гідроелектростанції (МГЕС) з використанням методів множинного оцінювання. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво, № 11, 2013. с. 238-242.
17. IEEE «IEEE Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies», in IEEE Std 421.5-2005 (Revision of IEEE Std 421.5-1992), ed: IEEE, 2006, pp. 1–85.
18. IEEE Standard Definitions for Excitation Systems for Synchronous Machines // IEEE Std 421.1. 2007. - 22 p.

Інформаційні джерела:

1. Курс «Гідроелектродинаміка» в системі електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL.: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9745>;
2. Сайт наукової бібліотеки ЗНУ. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
3. IEEE Transactions on Power Systems;
4. Files khadi.kharkov.UA / динаміка машин