



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
**Національний університет водного господарства
та природокористування**
**Навчально-науковий інститут водного господарства
та природооблаштування**

**Кафедра гідроенергетики, теплоенергетики
та гідравлічних машин**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-
педагогічної, методичної
та виховної роботи
_____ О.А. Лагоднюк

“ ____ ” _____ 2018 р.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

01-06-40

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**РОБОТА ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ
ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ**

Спеціальність 145 Гідроенергетика
Specialty 145 Hydropower

Рівне – 2018 рік



Національний університет

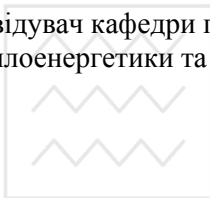
Робоча програма навчальної дисципліни “Робота гідроенергетичних об’єктів в умовах хвильових процесів” для студентів, які навчаються за спеціальністю 145 «Гідроенергетика» другого (магістерського) рівня підготовки. – Рівне: НУВГП, 2018, 13 с.

Розробник: Рябенко О.А., професор кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин, д.т.н.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин

Протокол № 6 від “26” січня 2018 року

Завідувач кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин _____ О.А. Рябенко



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 145 «Гідроенергетика»

Протокол №5 від “26” січня 2018 року

Голова науково-методичної комісії _____ О.А. Рябенко

© Рябенко О.А., 2018

© НУВГП, 2018



ВСТУП

Програма вибіркової навчальної дисципліни “Робота гідроенергетичних об’єктів в умовах хвильових процесів” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів спеціальності 145 – «Гідроенергетика».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є формування у майбутніх магістрів теоретичних знань та практичних навичок в області проектування, будівництва і експлуатації гідроенергетичних об’єктів, які працюють в умовах силових дій хвильових процесів. Такі хвильові процеси виникають у каналах, річках, водоймах при пуску і зупинці агрегатів ГЕС, ГАЕС і НС, маневруванні затворами водоскид споруд, прориві гребель у вигляді хвиль переміщення та білякритичних течій.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна “Робота гідроенергетичних об’єктів в умовах хвильових процесів” є складовою частиною циклу фундаментальних дисциплін для підготовки студентів за спеціальністю «Гідроенергетика». Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із раніше вивчених дисциплін «Основи проектування та експлуатації гідроенергетичних об’єктів», «Гідравліка», «Методи і прилади візуалізації течій».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.



Анотація

Багаторічний досвід інженерної діяльності показує, що фахівці у галузі гідроенергетики працюють на гідроенергетичних об'єктах, які знаходяться в умовах дії різноманітних хвильових процесів. Зазначена діяльність потребує ґрунтовних знань особливостей дії хвильових процесів на різноманітні споруди. Внаслідок цього вивчення дисципліни «Робота гідроенергетичних об'єктів в умовах хвильових процесів» є важливою ланкою у системі підготовки фахівців у галузі гідроенергетики.

Вказана дисципліна є однією з профільюючих дисциплін, що вивчають студенти-гідроенергетики. Завдяки їй майбутні фахівці здобувають знання, необхідні для прийняття оптимальних рішень щодо конструкцій та режимів роботи гідроелектростанцій в умовах силових дій різноманітних хвиль. Дисципліна «Робота гідроенергетичних об'єктів в умовах хвильових процесів» є базовою для вивчення предметів «Гідроелектростанції», «Теорія подібності та моделювання гідравлічних процесів», а також потрібна для виконання магістерських робіт.

Робоча програма розрахована на студентів, які навчаються за спеціальністю 145 «Гідроенергетика» другого (магістерського) рівня.

Ключові слова: гідроенергетичні об'єкти, хвильові процеси, хвилі переміщення, хвиля прориву, білякритичні течії.

Abstract

Engineering work of many years shows that specialists in the field of hydropower engineering work at hydropower facilities which are located in conditions of different wave processes. Indicated action needs basic knowledge of wave processes effect particularities on various structures. Consequently, the studying of discipline "Hydropower facilities operating in conditions of wave processes" is important link in system of specialists training in the field of hydropower engineering.

This discipline is one of main disciplines which are studying by students of specialty hydropower engineering. In virtue of it, future specialists acquire necessary knowledge which is necessary to make optimal decisions about constructions and operating regimes of hydropower plants in conditions of wave processes effect. The discipline "Hydropower facilities operating in conditions of wave processes" is basic for studying such disciplines as "Hydropower plants", "Similarity theory and modelling of hydraulic processes" and it is also necessary to fulfilment the master's theses.

The program of the discipline designed for students studying in specialty 145 «Hydropower engineering» of the second (master's) level.

Keywords: hydropower facilities, wave processes, translational wave, breach wave, near-critical flows.



1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Робота гідроенергетичних об'єктів в умовах хвильових процесів» для другого (магістерського) рівня

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань 14 – «Електрична інженерія»	обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки	
Змістових модулів: - 2		5-й	5-й
Загальна кількість годин – 120		Семестр	
		10-й	10-й
		Лекції	
Тижневих годин: - аудиторних – 3 год; - самостійна робота студента – 5год.	Спеціальність 145 – «Гідроенергетика»	20 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		12 год.	4 год.
		Лабораторні	
		12 год	6 год
		Самостійна робота	
	76 год	108 год	
Рівень вищої освіти другий (магістерський)	Вид контролю: екзамен		

Примітка.

Співвідношення кількості аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи студентів становить:

- для денної форми навчання 36,7 % до 63,3 %;
- для заочної форми навчання 10,0 % до 90,0%.



2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Робота гідроенергетичних об'єктів в умовах хвильових процесів» є формування у майбутніх магістрів спеціальності 145 «Гідроенергетика» знань та умінь, які забезпечують надійне проектування, будівництво і експлуатацію гідроенергетичних об'єктів (ГЕС, ГАЕС, НС) в умовах формування хвильових процесів у водному середовищі.

Завданнями навчальної дисципліни «Робота гідроенергетичних об'єктів в умовах хвильових процесів» є: вивчення особливостей роботи ГЕС, ГАЕС, НС в умовах виникнення хвильових процесів; вивчення специфіки врахування силових навантажень на гідроенергетичні споруди від дії хвильових процесів; набуття практичних навичок розв'язання конкретних задач, пов'язаних з розрахунками та дослідженнями гідроенергетичних об'єктів, що працюють в умовах виникнення хвильових процесів.

У результаті вивчення цього курсу студент повинен:

знати: типи споруд гідроенергетичних об'єктів, у межах яких можливе виникнення хвильових процесів у водному середовищі; режими роботи гідроенергетичних об'єктів, сприятливі до виникнення хвильових процесів; умови формування окремих типів хвильових процесів; позитивні і негативні якості хвильових явищ; методи боротьби з негативними проявами хвильових режимів; існуючі математичні моделі і методи розрахунків характеристик хвильових процесів.

вміти: формулювати і розв'язувати задачі, пов'язані з проектуванням, будівництвом і роботою гідроенергетичних об'єктів в умовах виникнення хвильових процесів; враховувати вплив різноманітних факторів на умови формування та основні характеристики хвильових режимів; виконувати гідравлічні розрахунки гідроенергетичних споруд, працюючих в умовах утворення хвильових явищ; визначити умови існування та основні характеристики різних типів хвильових процесів.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Тема 1. Загальні відомості про хвильові процеси

Визначення хвиль. Хвилі на воді. Усталений, неусталений і стаціонарний неусталений рухи. Плавно, різко, повільно і швидко змінні рухи. Класифікація хвиль у водному середовищі. Елементи хвиль. Випадки утворення і вплив хвильових процесів на роботу гідроенергетичних об'єктів.

Тема 2. Білякритичні течії рідини та їх особливості

Питома енергія перерізу та момент (імпульс) водного потоку. Поняття

спокійного, бурхливого і критичного станів для усталеного та неусталеного рухів рідини. Визначення біякритичних течій. Випадки утворення і особливості біякритичних течій.

Тема 3. Характеристики окремих типів біякритичних течій

Класифікація нерухомих і рухомих стаціонарних біякритичних явищ. Аналогія нерухомих і рухомих явищ. Безстрибкове вальцеве спряження б'єсів, кноїдальні хвилі, одиночна хвиля, усамітнена хвиля, хвилястий стрибок, досконалий стрибок. Залежності для визначення другої спряженої та максимальної глибин біякритичних течій.

Тема 4. Позитивні і негативні прояви біякритичних течій

Пропуск льоду через водозливні греблі. Хвильові піско-гравієловки. Використання припливних біякритичних течій для переміщення суден та сьорфінгу. Вплив біякритичних хвиль на висоту та кріплення каналів, безнапірних тунелів і труб. Методи боротьби з негативними проявами біякритичних течій.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Тема 5. Диференціальні рівняння профілю вільної поверхні хвилеподібних біякритичних течій

Базові та використовувані в практичних розрахунках диференціальні рівняння. Розв'язки диференціальних рівнянь у вигляді усамітненої і кноїдальних хвиль. Солітони і їх типи. Математична модель хвилястого стрибка і групових хвиль переміщення у вигляді сукупності усамітненої і кноїдальних хвиль.

Тема 6. Математична модель хвилеподібних біякритичних течій

Недоліки використовуваних диференціальних рівнянь та їх розв'язків. Парадокси біякритичних течій. Математична модель з врахуванням можливих нахилу і кривизни елементарних струминок у початковому перерізі. Узагальнене диференціальне рівняння хвилеподібних біякритичних течій та його розв'язки. Умови існування різних типів біякритичних течій.

Тема 7. Хвилі переміщення при роботі гідроенергетичних об'єктів

Хвилі переміщення та їх типи. Відмінність хвиль переміщення від коливальних хвиль. Випадки утворення хвиль переміщення. Хвиля прориву. Диференціальне рівняння нерівномірного руху води. Диференціальні рівняння Сен-Венана неусталеного руху. Аналітичні і чисельні методи розрахунків параметрів хвиль переміщення. Метод характеристик. Формула Лагранжа швидкості переміщення фронту хвилі. Формула Рассела швидкості переміщення усамітненої хвилі.



4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ


«Робота гідроенергетичних об'єктів в умовах хвилових процесів» для другого (магістерського) рівня

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо-го	у тому числі					усьо-го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1												
Тема 1. Загальні відомості про хвилові процеси	18	2	1	4	-	11	14	-	-	2	-	12
Тема 2. Білякритичні течії рідини та їх особливості	12	2	1	-	-	9	16	1	-	-	-	15
Тема 3. Характеристики окремих типів білякритичних течій	18	4	2	-	-	12	16	-	1	-	-	15
Тема 4. Позитивні і негативні прояви білякритичних течій	15	4	2	-	-	9	17	-	1	-	-	16
Змістовий модуль 2												
Тема 5. Диференціальні рівняння профілю вільної поверхні хвилеподібних білякритичних течій	13	2	2	-	-	9	16	-	-	-	-	16
Тема 6. Математична модель хвилеподібних білякритичних течій	20	2	2	4	-	12	19	-	1	2	-	16

Тема 7. Хвилі переміщення при роботі гідроенергетичних об'єктів	24	4	2	4	-	14	22	1	1	2	-	18
Всього годин:	120	20	12	12	0	76	120	2	4	6	0	108

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	Заочна форма
1	2	2	1
1	Визначення типу явища та максимальної глибини потоку на виході із напірного тунелю	2	1
2	Перевірка достатності глибини водобійного колодязя на виході із напірного тунелю з умови недопущення утворення хвилеподібних течій	2	-
3	Визначення витрати та типу гідравлічного явища в нижньому б'єфі напірної труби	2	-
4	Перевірка достатності глибини водобійного колодязя в нижньому б'єфі шлюза-регулятора з умови недопущення утворення хвилеподібних течій	2	1
5	Розрахунки другої спряженої та максимальної глибин хвилеподібного потоку на виході із безнапірної труби	1	1
6	Розрахунки характеристик білякритичних течій в нижньому б'єфі відсмоктувальної труби ГЕС за методикою С.М. Сліського	1	0,5
7	Розрахунки параметрів хвиль переміщення з крутим фронтом при пуску агрегатів ГЕС за методикою Г.І. Кривченка	1	0,5
8	Розрахунки параметрів хвиль переміщення з	1	-

	хвилястою поверхнею при включенні агрегатів насосної станції за методикою Е. Нишанова		
Всього:		12	4

6. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Дослідження характеристик фільтраційного потоку під будівлею Київської ГЕС методом ЕГДА	4	2
2	Дослідження напруженого стану елементів гідроенергетичних споруд від дії зосередженого тиску води методом фотопружності	4	2
3	Дослідження обрисів кривої вільної поверхні та п'єзометричної лінії кноїдальних хвиль	4	2
Всього:		12	6

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1		2	3
1	Загальні відомості про хвильові процеси	11	12
2	Білякритичні течії рідини та їх особливості	9	15
3	Характеристики окремих типів білякритичних течій	12	15
4	Позитивні і негативні прояви білякритичних течій	9	16
5	Диференціальні рівняння профілю вільної поверхні хвилеподібних білякритичних течій	9	16
6	Математична модель хвилеподібних білякритичних течій	12	16
7	Хвилі переміщення при роботі гідроенергетичних об'єктів	14	18
Всього:		76	108



8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Для викладання лекційного курсу розроблений ілюстративний матеріал, періодично здійснюється обговорення контрольних запитань за темами лекцій. На практичних заняттях розв'язуються індивідуальні завдання з поетапною перевіркою результатів і аналізом можливих варіантних рішень. На лабораторних заняттях здійснюється вивчення фізичної природи досліджуваних явищ, вимірювання їх характеристик та обробка даних вимірювань.

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Контроль знань студентів з навчальної дисципліни здійснюється в усній і письмовій формі при виконанні і захисту індивідуальних завдань під час практичних і лабораторних занять. Контрольні завдання за змістовими модулями включають теоретичну частину (тестові завдання) і практичну частину (розрахункові задачі).

Контроль роботи студентів проводиться за такими видами робіт:

- наявність лекційного матеріалу – шляхом перегляду конспектів;
- робота на практичних заняттях – шляхом усного опитування і перевірки виконаних практичних завдань;
- робота на лабораторних заняттях – шляхом усного опитування і перевірки якості звітів;
- оцінка за самостійну роботу;
- оцінка за індивідуальну навчально-дослідну роботу;
- підготовка до видання наукових статей, тез для участі в конференціях.

Усі форми контролю включені до 100-бальної шкали оцінювання.

10. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

(Максимальна сума балів – 100)

Поточне тестування та самостійна робота							Підсумковий тест	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2					
32			28					
Теми								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	40	100
6	6	12	8	7	8	13		



Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Для екзамену
90 - 100	відмінно
82 - 89	добре
74 - 81	
64 - 73	задовільно
60 - 63	
35 - 39	незадовільно з можливістю повторного складання
1 - 34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Методичне забезпечення дисципліни «Робота гідроенергетичних об'єктів в умовах хвильових процесів» включає:

- опорний конспект лекцій на паперовому та електронному носіях;
- комплекти слайдів, плакатів;
- діючі експериментальні установки;
- роздатковий матеріал;
- нормативні документи.

12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Гидроэлектрические станции. Под ред. Ф.Ф. Губина и Г.И. Кривченко. – М.: Энергия. 1980. – 368 с.
2. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л.: Энергоиздат. 1982. – 672 с.
3. Рыскин Н.М., Трубецков Д.И. Нелинейные волны. – Учеб. пособие для вузов. —М.: Наука. Физматлит, 2000. - 272 с.
4. Рябенко А.А. Типы, особенности и условия существования околоскритических течений //Гидротехническое строительство. М. №5. 1992. – С. 9-13.



Допоміжна

5. Смыслов В.И. Исследование околокритических течений жидкости в открытых руслах /Известия вузов. Энергетика, №1.-1967.- С.97-103.
6. Турсунов А.А. Околокритическое состояние безнапорных потоков воды/Известия ВНИИИГ, т.90, 1969.- С.201-224.
7. Слиский С.М. Гидравлика зданий гидроэлектростанций. – М.: Энергия. 1970. – 424 с.
8. Нышанов Е. Волны перемещения в машинных каналах / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Алма-Ата. 1988. -134 с.
9. Ньюэлл. Солитоны в математике и физике. М.: Мир, 1989. – 326 с.
10. Рябенко О.А. Парадокси і проблеми білякритичних течій рідини // Прикладна гідромеханіка.Т.13 (85), №4, 2011. С.37-51.

12. Інформаційні ресурси

1. Стандарт вищої освіти другого (магістерського) рівня освіти галузі знань 14 “Електрична інженерія” спеціальності 145 “Гідроенергетика”. – Київ, 2016. - 20с.
2. Наукова бібліотека НУВГП (33000 м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / (Електронний ресурс). – Режим доступу: http://nuwm.edu.ua/naukova_biblioteka/
<http://ep3.nuwm.edu.ua/cgi/stats/report/authors/1782d145acd7cea30a13621693953d0a/>.
3. Веб-сторінка ПАТ «Укргідроенерго». / (Електронний ресурс). – Режим доступу: <http://uge.gov.ua/>.
4. Веб-сторінка ПАТ «Укргідропроєкт». / (Електронний ресурс). – Режим доступу: <http://uhp.karkov.ua/ua/>.

Професор кафедри гідроенергетики
теплоенергетики та гідравлічних машин, д.т.н.

О.А. Рябенко