

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства

01-06-086S

СИЛАБУС SYLLABUS	Моделювання гідравлічних процесів в енергетиці Modelling of hydraulic processes in the power engineering	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	ВВ2.2	
Освітній рівень Level of Education	Магістерський (другий) Master's (second)	
Галузь знань Field of Knowledge	14	Електрична інженерія Electrical engineering
Спеціальність Field of Study	145	Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика Renewable energy sources and hydropower
Освітня програма Degree Programme	Гідроенергетика Hydropower	

РІВНЕ – 2024

Силабус «Моделювання гідравлічних процесів в енергетиці» для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Гідроенергетика», 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика». Рівне. НУВГП. 2024. 12 стор.

ОП на сайті університету: <https://ep3.nuwm.edu.ua/29870/>

Розробники силабусу: *Рябенко Олександр Антонович, д.т.н., професор, завідувач кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин (ГЕ, ТЕ та ГМ), Галич Оксана Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри ГЕ, ТЕ та ГМ.*

Силабус схвалений на засіданні кафедри
Протокол № 13 від “09” квітня 2024 року

Завідувач кафедри: *Рябенко Олександр Антонович, д.т.н., професор.*

Керівник (гарант) ОП: *Тимощук Володимир Святославович, к.т.н., доцент.*

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ
Протокол № 8 від “23” квітня 2024 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: *Сафоник А. П., д.т.н., професор.*

© Рябенко Олександр Антонович, 2024
© Галич Оксана Олександрівна, 2024
© НУВГП, 2024

Моделювання гідравлічних процесів в енергетиці	
ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ	
Ступінь вищої освіти	<i>магістр</i>
Освітня програма	<i>Освітньо-професійна програма Гідроенергетика ОД ОП у ЄДЕБЕО</i>
Спеціальність	<i>145 Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика</i>
Рік навчання, семестр	<i>1-й рік навчання, 2 семестр</i>
Кількість кредитів	<i>6,0</i>
Лекції:	<i>32 годин</i>
Практичні заняття:	<i>28 годин</i>
Самостійна робота:	<i>120 годин</i>
Курсова робота:	<i>Ні</i>
Форма навчання	<i>Денна та заочна</i>
Форма підсумкового контролю	<i>залік</i>
Мова викладання	<i>Українська, англійська</i>

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА (ІВ)	
Лектор 	Рябенко Олександр Антонович , д.т.н., професор, завідувач кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин
Вікіситет	https://cutt.ly/gfBCxOS
ORCID	https://orcid.org/0000-0002-1923-3061
Як комунікувати	o.a.riabenko@nuwm.edu.ua _ Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE https://shorturl.at/5OvBV
Лектор 	Галич Оксана Олександрівна , к.т.н., доцент кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин
Вікіситет	https://cutt.ly/7wsvhrDI
ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8800-9792
Канали комунікації	o.o.halych@nuwm.edu.ua
ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ	
Мета та завдання	

Метою вивчення навчальної дисципліни «Моделювання гідравлічних процесів в енергетиці» є формування у майбутніх магістрів спеціальності 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика» знань та умінь, які забезпечують надійне проектування, будівництво і експлуатацію гідроенергетичних об'єктів з використанням фізичного і математичного моделювання гідравлічних процесів на основі теорії подібності цих процесів.

Основними завданнями навчальної дисципліни «Моделювання гідравлічних процесів в енергетиці» є:

- визначення основних характеристик водного потоку в межах гідроенергетичних споруд шляхом проведення фізичного та математичного моделювання;

- набуття практичних навичок проведення моделювання гідравлічних процесів на основі теорії подібності цих процесів;

- вміння розв'язувати практичні задачі, пов'язані з гідравлічними умовами водогосподарських об'єктів шляхом моделювання.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їхніх освітніх компонентів

<https://shorturl.at/s903Y>

Передумови вивчення*

(місце освітнього компоненту в структурно-логічній схемі)

Міждисциплінарні зв'язки: «Моделювання гідравлічних процесів в енергетиці» є складовою частиною дисциплін, необхідних для підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика». Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із раніше вивчених дисциплін «Гідроелектростанції», «Основи проектування та експлуатації гідроенергетичних об'єктів», «Гідротехнічні споруди енергетичних об'єктів і систем», «Гідравліка», «Методи і прилади візуалізації течій», «Гідроелектростанції в особливих кліматичних умовах», Матеріал курсу «Моделювання гідравлічних процесів в енергетиці» необхідний для подальшого вивчення дисциплін «Прикладні задачі гідроенергетики», «Робота гідроенергетичних об'єктів в умовах хвильових процесів», «Гідроакумуючі електростанції. Спеціальні задачі в гідроенергетиці».

Компетентності

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК10. Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо.

ФК3. Здатність застосовувати системний підхід, методи багатовимірної оптимізації та прийняття рішень, сучасні технології та інженерні методи при проектуванні гідроенергетичних споруд та обладнання.

ФК4. Здатність забезпечувати ефективність гідроенергетичних об'єктів і систем з урахуванням обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки людей та оцінками ризиків.

ФК6. Здатність використовувати наукову і технічну літературу, бази даних та інші джерела інформації у професійній діяльності в гідроенергетиці.

Програмні результати навчання (ПРН). Результати навчання (РН)*

РН1. Розв'язувати складні інженерні завдання і проблеми гідроенергетики, що потребує оновлення та інтеграції знань, у тому числі в умовах неповної інформації та суперечливих вимог.

РН13. Відшукувати, оцінювати та аналізувати необхідну інформацію в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації.

РН15. Планувати та виконувати експериментальні і теоретичні дослідження, обирати для цього придатні методи та інструменти, здійснювати статистичну обробку даних, оцінювати адекватність результатів досліджень, аргументувати висновки.

РН17. Мати навички керування, розроблення, впровадження та супроводження проектів в гідроенергетиці.

Структура та зміст освітнього компонента

Тема	РН	Форма організації навчання	Кількість годин	
			Денна форма	Заочна форма
Модуль 1				
Змістовний модуль 1				

Тема 1. Загальні відомості, подібність, математичне фізичне моделювання гідравлічних процесів	PH ₁ , PH ₁₃ , PH ₁₅ , PH ₁₇	лекції	2	1
		практичні	0	0
		самостійна	8	10
Тема 2. Елементи теорії розмірностей	PH ₈ , PH ₉ , PH ₁₀ , PH ₁₁	лекції	4	1
		практичні	14	3
		самостійна	28	36
Тема 3. Теорія подібності гідравлічних процесів	PH ₈ , PH ₉ , PH ₁₀ , PH ₁₁	лекції	4	2
		практичні	6	2
		самостійна	32	42
Змістовний модуль 2				
Тема 4. Фізичне моделювання гідравлічних процесів	PH ₈ , PH ₉ , PH ₁₀ , PH ₁₁	лекції	12	4
		практичні	6	2
		самостійна	32	46
Тема 5. Математичне моделювання гідравлічних процесів	PH ₈ , PH ₉ , PH ₁₀ , PH ₁₁	лекції	10	2
		практичні	2	1
		самостійна	20	28

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	2	3	4
1	Розрахунки витрати рідини через водозливи різної форми поперечного перерізу	2	1
2	Розрахунки витрати рідини через отвір	2	1
3	Розрахунки кількості висипання матеріалу через отвір	2	-
4	Розрахунки характеристик потоку в напірній трубі для випадку ламінарного руху	2	-
5	Розрахунки характеристик потоку в напірній трубі для загального випадку	2	1
6	Розрахунки сили опору руху твердого тіла в рідині	2	-
7	Розрахунки сили опору руху твердого тіла в газі	2	-

8	Перерахунки на натуру сили опору руху автомобіля, отриману на моделі в аеродинамічній трубі, на основі закону подібності Ньютона	2	-
9	Розрахунки параметрів потоку на моделі для безнапірного руху рідини через водозливну греблю (при моделюванні за критерієм Фруда)	2	1
10	Розрахунки параметрів потоку на моделі для напірного руху рідини в трубі (при моделюванні за критерієм Рейнольдса)	2	1
11	Перерахунки на натуру модельних характеристик потоку	2	2
12	Розрахунки масштабу моделі та характеристик потоку на моделі напірного водоводу за умови рівності критеріїв Рейнольдса в натурі і на моделі	2	-
13	1D моделювання гідравлічних процесів	2	-
14	2D моделювання гідравлічних процесів	2	1
Всього:		28	8

Форми та 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, а також виконуються завдання в програмному забезпеченні HEC RAS.

Інструменти, обладнання, програмне забезпечення

Мультимедіа, лабораторне устаткування, Microsoft Office.

Порядок оцінювання програмних результатів навчання/ результатів навчання

Методи оцінювання знань *основується на проведенні контролю роботи студентів та оцінюванні ступеня засвоєння пройденого матеріалу.*

Поточний контроль знань студентів здійснюється під час лекційних та практичних занять наступним чином:

- перегляд конспектів лекцій, написаних в аудиторії чи в режимі on-line;*
- усне опитування студентів під час лекції та практичних занять;*
- перевірка виконаних практичних завдань;*
- перевірка індивідуальних завдань.*

Сумарна кількість балів за лекції становить 35,0 б., за практичні заняття – 25,0 б. Ступінь засвоєння студентами пройденого матеріалу оцінюється шляхом тестування з використанням технічних засобів. Рівень засвоєння знань студентами за контрольними модулями 1 і 2 проводиться у Центрі незалежного оцінювання знань шляхом тестування. Знання за

кожним контрольним модулем оцінюються у 20 б. Таким чином, максимальна оцінка поточних знань за дисципліною «Моделювання гідравлічних процесів в енергетиці» становить 100 б. (лекції 35,0 б., практичні – 25,0 б., модуль 1 – 20 б., модуль 2 – 20 б.). Структуру оцінки за модулями 1 і 2 можна охарактеризувати даними такої таблиці.

Рівень складності	Загальна кількість завдань у базі	Кількість завдань в білеті	Оцінка завдань (бали)	
			За одне	Загальна
1	105	30	0,4	0-12
2	30	2	2,0	0-4
3	15	1	4,0	0-4
Всього	150	33		0-20

У тестове завдання входить 150 питань з трьома рівнями складності: 1 рівень – 105 питань, 2 рівень – 30 питань, 3 рівень – 15 питань. При цьому питання першого і другого рівнів містять теоретичні завдання, а третього – практичні задачі. В один білет входять 30 питань першого рівня, 2 питання другого і 1 питання третього рівня складності. Оцінка відповіді за одне питання становить: 1 рівень – 0,4 б., 2 рівень – 2,0 б., 3 рівень – 4,0 б. При цьому максимальна оцінка за один модуль дорівнює 20,0 б.

Питання 1-го рівня допускають кілька правильних відповідей, 2-го рівня – дві правильні відповіді, а 3-го рівня – лише одну правильну відповідь. При цьому точність розрахунків практичної задачі (3-й рівень) становить $\pm 5\%$ від еталонної відповіді.

Лінки на нормативні документи, що регламентують проведення поточного та підсумкового контролів знань студентів, можливість їм подання апеляції:

- Положення про навчально-науковий центр незалежного оцінювання Національного університету водного господарства та природокористування;
- Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти;
- Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти (семестровий поточний контроль) зі змінами та доповненнями.
- <https://shorturl.at/skW1X>

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна

1. Математичне моделювання нерівноважних процесів у складних системах / Білушак Ю., Гайвась Б., Гера Б. та інші. Під ред. Є. Чаплі. – Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України. – Львів, 2019. – 256 с. (ЗМ 1).
ISBN 978-617-7726-67-7

<http://www.cmm.lviv.ua/News3.html>

2. Орлов О.І. Моделювання зміни рівня води в гідравлічній ємності та дослідження комп'ютерно-інтегрованої системи управління рівня води з розробленням наукового стенду й апаратних

пристроїв // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2020 - 108-111 с. (ЗМ 1).

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.1-1/20>

<https://shorturl.at/JYIZC>

3. Кулагин В.А., Москвичёв В.В., Махутов Н.А., Маркович Д.М., Шокин Ю.И. Физическое и математическое моделирование в области гидродинамики больших скоростей на экспериментальной базе Красноярской ГЭС / ВЕСТНИК РАН. Том: 86, №11. 2016. – С.978-990. (ЗМ 1).

DOI: 10.7868/S0869587316110062

4. Рябенко О.А., Ключа О.О., Галич О.О., Поплавський Д.М. Математичні моделі розрахунку профілю вільної поверхні хвилястого стрибка з врахуванням втрат енергії та затухання хвиль по довжині // Гідроенергетика України, №1-2, 2018, С.16-18 (ЗМ 1).

<https://shorturl.at/jAgOJ>

5. HEC-RAS Documentation. (Електронний ресурс).

<https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs>

Допоміжна

1. Білак О. О., Третяк К. Р., Малицький А. Ю., Шило Є. О. Створення комплексної інформаційної 3D моделі Оноківської ГЕС Третяк К.Р., Савчин І.Р., Заяць О.С., Голубінка Ю.І., Ломпас О.В., Бісовецький Ю.А.

Встановлення та супровід автоматизованих систем контролю просторових зміщень інженерних споруд українських гідроелектростанцій // Гідроенергетика України, №3-4, 2017, С. 1-6 (ЗМ 1).

2. Трубопроводные системы энергетики: Методические и прикладные проблемы математического моделирования / Новицкий Н. Н., Сухарев М. Г., Тевяшев А. Д., Притула М. Г., Притула Н. М., Пянило Я. Д. и др. — Новосибирск: Наука, 2015. - 476 с. (ЗМ 1).

<http://www.cmm.lviv.ua/Monografiyi.html>

3. Левченко О.В., Кузнецов А.В. Особливості моделювання роботи мехатронних систем з гідравлічним і пневматичним силовими приводами // Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування №1 (76), Київ, 2016. - С.73-80. (ЗМ 1).

ISSN 2305-9001. <https://cutt.ly/wgz80My>

4. Рябенко О.А., Ключа О.О., Тимощук В.С. Натурні дослідження параметрів хвиль переміщення у верхній водоймі Дністровської ГАЕС з використанням АСК «Тинан» // Вісник НУВГП, 3(71) ч.1., технічні науки, Рівне, 2015. – С. 328-333. (ЗМ 1).

5. Сердюк Л.І. Теорія розмірностей, подібності та математичне моделювання // Посібник. – Полтава: ПолтНТУ, 2010 (2005). – 154 с.

6. Третяк К.Р., Савчин І.Р., Заяць О.С., Голубінка Ю.І., Ломпас О.В., Бісовецький Ю.А. Встановлення та супровід автоматизованих систем контролю просторових зміщень інженерних споруд українських гідроелектростанцій // Гідроенергетика України, №1-2, 2017, С. 33-41 <http://surl.li/tuqqq> .

1. Стандарт вищої освіти України. Ступінь вищої освіти магістр, галузь знань 14 Електрична інженерія, спеціальність 145 Гідроенергетика. - Київ, 2019, – 16 с. <http://surl.li/dqwuf>
2. Освітньо-професійна програма «Гідроенергетика», другого рівня вищої освіти за спеціальністю 145 Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика галузі знань 14 Електрична інженерія, кваліфікація: Магістр з гідроенергетики, Рівне, 2023. – 14с. <http://surl.li/tuqey>
3. Наукова бібліотека НУВГП (33000 м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / (Електронний ресурс). – Режим доступу <https://lib.nuwm.edu.ua/>
4. Репозиторій НУВГП (Електронний ресурс). – Режим доступу <https://ep3.nuwm.edu.ua/>
5. Веб-сторінка ПАТ«Укргідроенерго». / (Електронний ресурс). – Режим доступу: <http://uge.gov.ua/>.
6. Веб-сторінка ПАТ«Укргідропроєкт». / (Електронний ресурс). – Режим доступу: <http://uhp.karkov.ua/ua/>.

Поєднання навчання та досліджень* (за потреби)

Результати досліджень студентів за науковими індивідуальними темами висвітлюються в рефератах, курсових проектах і магістерських роботах, доповідях на науково-технічних конференціях, наукових публікаціях у «Студентському віснику» НУВГП (ISSN 2313-0431), а також обговорюються під час практичних і лабораторних занять. Результати наукових досліджень викладачів висвітлюються в наукових звітах, статтях, дисертаціях, впроваджуються у навчальний процес (що фіксується у робочих програмах та силабусах) і використовуються при проведенні лекційних, практичних та лабораторних занять.

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

Уміння слухати і запитувати, комплексне рішення проблем, критичне мислення та креативність під час розв'язання комплексного індивідуального завдання з дисципліни.

Дедлайни та перескладання

Ліквідація академічної заборгованості, право студента на повторне вивчення дисципліни чи повторне навчання на курсі, здійснюється згідно «Порядку ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП», <http://ep3.nuwm.edu.ua/4273/>.

Перездача модульних контролів здійснюється згідно: <http://surl.li/tuqfh>

Оголошення стосовно дедлайнів здачі частин навчальної дисципліни оприлюднюються на сторінці даної дисципліни на платформі Moodle: <http://surl.li/tuqfp>

Неформальна та інформальна освіта (за потреби)

Здобувач вищої освіти має можливість визнання (перезарахування) результатів навчання в розрізі тематики курсу, які він набув у неформальній та інформальній освіті, згідно «Положення про неформальну та інформальну освіту в НУВГП» <http://surl.li/tuqfp>

Правила академічної доброчесності

Здобувачі вищої освіти повинні дотримуватися Кодексу честі студентів НУВГП <http://ep3.nuwm.edu.ua/4917/>.

• У випадках виявлення плагіату при виконанні завдання, здобувач вищої освіти не отримує бали і повинен виконати завдання повторно, згідно «Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату в Національному університеті водного господарства та природокористування» <http://ep3.nuwm.edu.ua/10325/>.

Вимоги до відвідування

Лекції та практичні заняття відбуваються в офлайн або онлайн режимі згідно розкладу.

У випадку пропуску заняття (лікарняні, мобільність тощо) відпрацювати його можна за графіком консультацій викладача, який розміщено на сайті кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин <http://surl.li/tuqft>

Індивідуальні завдання можна отримати згідно з індивідуальним навчальним планом студента відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу у Національному університеті

• водного господарства та природокористування» <http://surl.li/tuqgb>.

Автор
Доцент

Оксана ГАЛИЧ

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №665
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Підписувач (дані КЕП):
Сертифікат 58E2D9E7F900307B04000000807E2D0054327D00