

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Код: Д7

2. Назва: Моделювання гідравлічних явищ і гідротехнічних споруд

3. Спеціальність: 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології;

4. Рівень вищої освіти: II (магістерський);

5. Рік навчання, коли пропонується дисципліна: 1;

6. Семестр, коли вивчається дисципліна: 2;

7. Кількість встановлених кредитів ЄКТС: 3;

8. Прізвище, ініціали лектора/лекторів, науковий ступінь, посада: Корнійчук В.І., к.т.н., доцент

9. Результати навчання: після вивчення дисципліни студент повинен бути здатним:

- компетентно і відповідально вирішувати сукупність характерних комплексних професійних задач за відповідними видами їх діяльності;
- формувати і розв'язувати задачі, пов'язані з використанням водних ресурсів і проектуванням, будівництвом, експлуатацією і дослідженням гідротехнічних споруд;
- планувати та виконувати дослідження, аналізувати їх результати та обґрунтовувати висновки;
- будувати та досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій з використанням відповідних методів та спеціалізованого програмного забезпечення;
- приймати ефективні рішення в умовах неповної /недостатньої інформації та суперечливих вимог, аналізувати альтернативи, будувати прогнози, оцінювати ризики;
- зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки з проблем гідротехніки, а також знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються;
- здійснювати розроблення інноваційних проектів та організовувати їх впровадження у гідротехнічне будівництво.

10. **Форми організації занять:** лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, тести.

11. **Дисципліни, що передують вивченню зазначеної дисципліни:** «Гідравліка», «Гідротехнічні споруди», «Математичні методи і моделі», «Основи наукових досліджень».

12. **Зміст курсу:**

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Теорія подібності. Фізичне моделювання гідравлічних явищ та споруд

ТЕМА 1. Загальні відомості про моделювання гідравлічних явищ та гідротехнічних споруд.

- 1.1. Види моделювання фізичних явищ.
- 1.2. Гідромеханічна подібність.
- 1.3. Геометрична, кінематична, динамічна подібності.
- 1.4. Принципи використання методу розмірностей, π -теорема.

ТЕМА 2. Теорія подібності гідравлічних явищ.

- 2.1. Критерії гідродинамічної подібності. Критеріальні рівняння.
- 2.2. Моделювання гідравлічних явищ при їх неповній гідромеханічній подібності. Критерії неповної подібності.
- 2.3. Правила моделювання гідравлічних явищ. Визначення параметрів потоку на моделі при неповній гідромеханічній подібності.

ТЕМА 3. Особливості фізичного моделювання напірних трубопроводів, відкритих русел і гідротехнічних споруд.

- 3.1. Моделювання напірних водоводів при усталеному русі.
- 3.2. Принципи моделювання руслових процесів на нерозмивних моделях. Автомодельна область моделювання гідравлічних явищ.
- 3.3. Моделювання руслових процесів при спотворенні масштабів.
- 3.4. Задачі моделювання водних потоків у деформованих руслах.
- 3.5. Умови розмиву русла.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Математичне моделювання гідравлічних явищ. Обчислювальна гідродинаміка

ТЕМА 4. Загальна характеристика підходів до моделювання неусталених потоків.

- 4.1. Диференціальне рівняння неусталеного руху у відкритому руслі. Рівняння Сен-Венана.

4.2. Інтегрування диференціального рівняння неусталеного руху у відкритому руслі.

4.3. Вирішення рівняння неусталеного руху у відкритому руслі з використанням програмних комплексів.

ТЕМА 5. Моделювання гідравлічних явищ та гідротехнічних споруд методами обчислювальної гідродинаміка (CFD).

5.1. Основні принципи вирішення задач моделювання методами обчислювальної гідродинаміки.

5.2. Основні методи дискретизації математичних моделей гідравлічних явищ.

5.2.1. Метод кінцевих об'ємів.

5.2.2. Метод кінцевих елементів.

5.2.3. Метод кінцевих різниць.

5.3. Загальна характеристика підходів моделювання турбулентних потоків.

5.3.1. RANS моделі турбулентності.

5.3.2. Метод моделювання окремих вихорів (DES) та його модифікації.

5.3.3. Інші методи моделювання турбулентності.

5.4. Програмне забезпечення для вирішення задач гідродинаміки.

13. Рекомендовані навчальні видання:

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).
2. Hydraulic Modelling - An Introduction: Principles, Methods and Applications / Pavel Novak, Vincent Guinot, Alan Jeffrey, Dominic E. Reeve. – Spon Press, 2010. – 614p.
3. Михалев М.А. Физическое моделирование гидравлических явлений – СПб, 2010 р. – 443 с.
4. Гідравліка / Ю.П. Рогалевич – Київ «Вища школа», 2010. – 432с.
5. Гідротехнічні споруди. Навчальний посібник / М. Хлапук, Л. Шинкарук, А. Дем'янюк, О. Дмитрієва: Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. – Рівне: Вид-во Нац. ун-ту вод. госп-ва та природокористування, 2013. – 241с.

14. Заплановані види навчальної діяльності та методи викладання:

12 год. лекцій, 18 год. лабораторні роботи, 60 год. Самостійна робота. Разом – 90 год.

Методи: інтерактивні лекції, елементи проблемної лекції, індивідуальні завдання, індивідуальні науково-дослідні завдання, використання мультимедійних засобів.

15. Форми та критерії оцінювання:

Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою.

Підсумковий контроль: залік в кінці 2 семестру.

Поточний контроль (100 балів): тестування, опитування, перевірка індивідуальних завдань.

16. Мова викладання: українська

Завідувача кафедри
гідротехнічного будівництва
та гідравліки, к.т.н, доцент

Л.А. Шинкарук

EDUCATIONAL DISCIPLINE DETAILS

1. Code: **D7**;
2. Name: *Modelling of hydraulics and hydraulic structures*
3. Field of study: *194 – Hydrotechnical construction, water engineering and water technologies;*
4. Higher education level: *master's (second);*
5. Year of study, when the discipline is proposed: *1 st;*
6. Semester to study discipline: *2 nd;*
7. Number of established ECTS credits: *3;*
8. Surname, initials of the lecturer / lecturers, scientific degree, position: *V.I. Kornichuk, Ph.D., associate professor*
9. Training result: *after studying the discipline, the student must be able to:*
 - *competently and responsibly solve a set of characteristic complex professional tasks according to their respective activities;*
 - *formulate and solve problems connected with the use of water resources and design, construction, operation and research of hydraulic structures;*
 - *plan and perform researches, analyze their results and substantiate conclusions;*
 - *construct and research physical, mathematical and computer models of hydrotechnical structures and water technologies using appropriate methods and specialized software;*
 - *make effective decisions in conditions of incomplete/insufficient information and conflicting requirements, analyze alternatives, build forecasts, assess risks;*
 - *clearly and unambiguously communicate their own conclusions on the problems of hydraulic engineering, as well as the knowledge and explanations that substantiate them, to specialists and non-specialists, in particular to students;*
 - *develop innovative projects and organize their implementation in hydraulic engineering.*
10. Forms of organizing classes: *lectures, laboratory training, independent work, tests.*
11. Disciplines preceding the study of the specified discipline: *"Hydraulics", "Hydraulic structures", "Mathematical methods and models", "Fundamentals of scientific research".*

12. Course content:

Module 1. Similarity theory. Physical modeling of hydraulic phenomena and hydraulic structures

1. General information about modeling of hydraulic phenomena and hydraulic structures.

- 1.1. Types of modeling of physical phenomena.
- 1.2. Hydromechanical similarity.
- 1.3. Geometric, kinematic, dynamic similarities.
- 1.4. Principles of using the method of dimensions, π -theorem.

2. Theory of similarity of hydraulic phenomena.

- 2.1. Hydrodynamic similarity criteria. Criteria equations.
- 2.2. Modeling of hydraulic phenomena with their incomplete hydromechanical similarity. Incomplete similarity criteria.
- 2.3. Rules for modeling hydraulic phenomena. Determination of flow parameters on the model with incomplete hydromechanical similarity.

3. Features of physical modeling of pressure pipelines, open channels and hydraulic structures.

- 3.1. Modeling of pressure water mains at steady movement.
- 3.2. Principles of modeling channel processes on indelible models. Automodel area of modeling of hydraulic phenomena.
- 3.3. Modeling of channel processes at distortion of scales.
- 3.4. Problems of modeling water flows in deformed channels.
- 3.5. Conditions of channel erosion.

Module 2. Mathematical modeling of hydraulic phenomena. Computational hydrodynamics

4. General characteristics of approaches to modeling unsteady flows.

- 4.1. Differential equation of unsteady motion in the open channel. The equation of Saint-Venant.
- 4.2. Integration of the differential equation of unsteady motion in an open channel.
- 4.3. Solving the equation of unsteady motion in the open channel using software packages.

5. Modeling of hydraulic phenomena and hydraulic structures by methods of computational fluid dynamics (CFD).

- 5.1. Basic principles of solving modeling problems by methods of computational fluid dynamics.
- 5.2. Basic methods of discretization of mathematical models of hydraulic phenomena.
 - 5.2.1. Finite volume method.
 - 5.2.2. Finite element method.
 - 5.2.3. Finite difference method.
- 5.3. General characteristics of turbulent flow modeling approaches.
 - 5.3.1. RANS models of turbulence.
 - 5.3.2. Method of modeling individual vortices (DES) and its modification.
 - 5.3.3. Other methods of modeling turbulence.
- 5.4. Software for solving hydrodynamics problems.

13. Recommended educational edition:

1. Matematychno modelyuvannya nerivnovazhnykh protsesiv u skladnykh systemakh / Bilushchak YU., Hayvas' B., Hera B. ta inshi. Pid red. YE. Chapli. – Tsentr matematychnoho modelyuvannya Instytutu prykladnykh problem mekhaniky i matematyky im. YA. S. Pidstryhacha NAN Ukrayiny. – L'viv, 2019. – 256 s. (ZM 1) (in Ukrainian).
2. Hydraulic Modelling - An Introduction: Principles, Methods and Applications / Pavel Novak, Vincent Guinot, Alan Jeffrey, Dominic E. Reeve. – Spon Press, 2010. – 614p.
3. Mykhalev M.A. Fyzycheskoe modelyrovanye hydravlycheskykh yavlenyy – SPb, 2010 r. – 443 s. (in Russian).
4. Hidravlika / YU.P. Rohalevych – Kyyiv «Vyshcha shkola», 2010. – 432s. (in Ukrainian).
5. Hidrotekhnichni sporudy. Navchal'nyy posibnyk / M. Khlapak, L. Shynkaruk, A. Dem"yanyuk, O. Dmytriyeva: Nats. un-t vod. hosp-va ta pryrodokorystuvannya. – Rivne: Vyd-vo Nats. un-tu vod. hosp-va ta pryrodokorystuvannya, 2013. – 241s. (in Ukrainian).

14. Planned types of educational activities and teaching methods:

lectures – 12 hours, laboratory classes – 18 hours, individual work – 60 hours, hours. Total – 90 hours.

teaching methods: *interactive lectures, problem lecture elements, individual tasks, individual tasks of scientific research, using multimedia tools.*

15. Forms and assessment criteria:

The assessment is carried out on a 100-point scale.

Final control: completion at the end of the second semester.

Current control (100 points): testing, questioning, individual tasks.

16. Teaching language: Ukrainian

The Head of the

Hydraulic Engineering & Hydraulics Department

Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor

_____ L. Shunkaruk