

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Гідравлічні машини

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Голова науково-методичної комісії  
зі спеціальності 145 «Гідроенергетика»

Андрій РОГОВИЙ

«      »                      2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Механіка в'язкої рідини**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 14. Електрична інженерія

спеціальність 145 «Гідроенергетика»

освітня програма «Гідроенергетика»

вид дисципліни професійна підготовка зі спеціалізації

форма навчання денна

Харків 2022

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Механіка в'язкої рідини

Розробник:

Доц., к.т.н.,

\_\_\_\_\_

Ірина ТИНЬЯНОВА

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри  
«Гідравлічні машини ім. Г.Ф.Проскури»

Протокол № 8 від «20»\_06\_\_\_2022 року

Завідувач кафедри  
«Гідравлічні машини ім. Г.Ф.Проскури»\_

Андрій РОГОВИЙ

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

|                              |                              |        |
|------------------------------|------------------------------|--------|
| Шифр та назва спеціальності  | ПБ голови групи забезпечення | Підпис |
| <u>145 «Гідроенергетика»</u> | <u>Андрій РОГОВИЙ</u>        |        |

Голова групи забезпечення спеціальності

145 «Гідроенергетика»

(назва комісії)

Андрій РОГОВИЙ

(підпис)

(ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 року

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

| Дата засідання кафедри – розробника РПНД | Номер протоколу | Підпис завідувача кафедри | Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою) |
|--|-----------------|---------------------------|--|
|  |                 |                           |  |
|  |                 |                           |  |
|  |                 |                           |  |
|  |                 |                           |  |
|  |                 |                           |  |

## МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета курсу** – вивчення основ теорії течії в'язкої рідини і застосування отриманих знань для вирішення практичних інженерних задач.

**Компетентності:** Здатність демонструвати базові знання в галузі природничих дисциплін і готовність використовувати методи фундаментальних наук для розв'язання загально інженерних та професійних задач (ЗК-6, ЗК-7, ЗК-8).

Здатність вирішувати задачі гідростатики; користуватися криволінійними системами координат для вирішення задач гідромеханіки; застосовувати методи конформних відображень та функцій комплексного змінного для побудови потенціальних течій; використовувати ЕОМ для гідродинамічних розрахунків (ФК-7)..

**Результати навчання:** Знати та використовувати методи фундаментальних наук для розв'язання загально інженерних та професійних завдань (РН-6).

Знати основні закони і методи розрахунку ламі- 10 нарного та турбулентного потоків ньютонівських і не ньютонівських рідин (РН-8).

### Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

|                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Попередні дисципліни:   | Наступні дисципліни:                |
| Вища математика         | Проектування лопатевих гідромашин.  |
| Інформатика             | Гідравлічні і пневматичні нагнітачі |
| Гідрогазодинаміка       | Гідравлічні двигуни та передачі     |
| Механіка рідини та газу |                                     |

### 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 контроль |         |
|---------|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--|-------------------|----------------------|---------|
|         |   | Аудиторні заняття (годин) | Самостійна робота (годин) | Лекції                              | Лабораторні заняття | Практичні заняття, семінари |  |                   | Залік                | Екзамен |
| 1       | 2                                       | 3                         | 4                         | 5                                   | 6                   | 7                           | 8  | 9                 | 10                   | 11      |
| 5       | 180/6                                   | 96                        | 84                        | 64                                  |                     | 32                          | КР   | 2                 | -                    | +       |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 47,7 %.

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| № з/п.  | Види навчальних занять<br>(Л, ЛЗ, ПЗ, СР) | Кількість годин | Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах).<br>Назви змістових модулів.<br>Найменування тем та питань кожного заняття.<br>Завдання на самостійну роботу.   | Рекомендована література<br>(базова, допоміжна) |
|---|---|-----------------|---|---|
| 1   | 2   | 3               | 4   | 5   |
| <b>Змістовий модуль № 1 – Основи теорії ламінарної течії в'язкої рідини</b>   |   |                 |   |   |
| <b>Тема 1.1.</b>  |   |                 |   |   |
| 1   | Л   | 4               | Основні властивості в'язких ньютонівських і не ньютонівських рідин. Тензор напружень.   | 1-4   |
| <b>Тема 1.2.</b>  |   |                 |   |   |
| 2   | Л   | 6               | Основні етапи і порядок математичного моделювання потоків. Рівняння Нав'є-Стокса і нерозривності. Початкові й граничні умови.   | 1-4   |
| <b>Тема 1.3.</b>  |   |                 |   |   |
| 3   | Л   | 4               | Основні гідродинамічні критерії подібності і їх застосування при фізичному і математичному моделюванні.   | 1-4   |
| <b>Тема 1.4.</b>  |   |                 |   |   |
| 4   | Л, ПЗ                                     | 6, 4            | Усталена ламінарна течія в'язкої рідини у трубопроводі круглого постійного перерізу.  | 1-4   |
| <b>Тема 1.5.</b>  |   |                 |   |   |
| 5   | Л, ПЗ                                     | 4, 4            | Усталена ламінарна течія нестисливої ньютонівської рідини у зазорі утвореному двома паралельними площинами (одна з площин переміщується у напрямі $-\text{grad } p$ зі швидкістю $V_{ox}$ і в перпендикулярному напрямі зі швидкістю $V_{oy}$ при збереженні постійного зазору між площинами).                      | 1-4   |
| <b>Тема 1.6.</b>  |   |                 |   |   |
| 6   | Л, ПЗ                                     | 6, 4            | Рішення інженерних задач на основі теорії ламінарної течії рідини між двома площинами. Визначення потужності втрат на тертя і з протоками через щільнення насосів і гідротурбін, у гідроприводах і в елементах систем гідропневмоавтоматики. Оптимізація конструктивних рішень на основі мінімуму втрат потужності. | 1-3   |
| 7   | ПЗ  | 6               | Визначення параметрів пограничного шару на плоскій пластині.  | 6   |
| <b>Тема 1.7.</b>  |   |                 |   |   |
| 8   | Л, ПЗ                                     | 6,4             | Гідродинамічна теорія змазування. Диференційні рівняння Рейнольда для розподілення у масляному клині. Визначення несучої спроможності масляного клину і точки прикладання сумарної сили тиску.  | 1,4   |
| <b>Змістовий модуль № 2 – Основи теорії турбулентної течії руху в'язкої рідини. Основи теорії пограничного шару</b> |   |                 |   |   |
| <b>Тема 2.1.</b>  |   |                 |   |   |

|                  |       |     |  |       |
|------------------|-------|-----|--|-------|
| 9                | Л     | 6   | Основні характеристики турбулентного руху рідини. Рівняння Рейнгольда та нерозривності турбулентного руху в'язкої ньютонівської рідини. Тензор турбулентних напружень та його властивості. | 1,2   |
| <b>Тема 2.2.</b> |       |     |  |       |
| 10               | Л, ПЗ | 6,4 | Основні положення теорії пограничного шару. Рівняння руху для пограничного шару у формі Л. Прандтля. Ламінарний пограничний шар на плоскій пластинці. Рішення Блазіуса.                    | 1,2,5 |
| <b>Тема 2.3.</b> |       |     |  |       |
| 11               | Л     | 6   | Інтегральне рівняння імпульсів для пограничного шару. Умовні товщини пограничного шару. Сила опору тертя і товщина втрати імпульсу.  | 1,2   |
| <b>Тема 2.4.</b> |       |     |  |       |
| 12               | Л, ПЗ | 6,2 | Приблизний метод розрахунку ламінарного пограншару. Поняття формпараметра. Приклад розрахунку пограншару на криволінійній поверхні.  | 1,2,7 |
| <b>Тема 2.5.</b> |       |     |  |       |
| 14               | Л, ПЗ | 4,4 | Перехід ламінарного пограншару у турбулентний. Рівняння імпульсів для турбулентного пограншару. Приблизний метод Лойцянского розрахунку пограншару на криволінійній поверхні.              | 1,2,7 |
|                  |       |     |  |       |

### САМОСТІЙНА РОБОТА

| № з/п | Назва видів самостійної роботи   | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1     | Опрацювання лекційного матеріалу   | 16              |
| 2     | Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях | 74              |
| 3     | Підготовка до лабораторних та практичних занять                              | 16              |
| 4     | Виконання індивідуальної роботи (Р)  | 38              |
| 5     | Інші види самостійної роботи   | -               |
|       | Разом  | 144             |

### ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

курсова робота

(вид індивідуального завдання)

| № з/п | Назва індивідуального завдання та (або) його розділів  | Терміни виконання (на якому тижні) |
|-------|--|------------------------------------|
| 1     | Розрахунок втрат потужності в ущільненнях гідромашин, гідроприводах і підшипниках, підп'ятниках. | 15                                 |

### МЕТОДИ НАВЧАННЯ

На лекціях використовуються відеоматеріали, інтерактивні методики, логічні методи, відбувається робота з науковою літературою. На практичних заняттях прищеплюються навички творчого застосування знань та вмінь, які отримані на лекціях. В організації занять застосовуються засоби ЕОМ, індивідуально-групові методи при розв'язанні завдань курсової роботи, ла-

бораторні установки, РК, плакати. Для придбання навичок самостійної роботи на лабораторних роботах кожний студент в процесі навчання виконує завдання творчого характеру.

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль – опитування за теоретичним матеріалом, захист індивідуальних завдань, що були запропоновані у процесі навчання, виконання самостійних робіт, у тому числі й індивідуальних завдань, написання контрольних робіт, семестровий контроль – усний екзамен.

### РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

| Поточне тестування та самостійна робота |                    | Сума |
|---|--------------------|------|
| Змістовий модуль 1                      | Змістовий модуль 2 |      |
| T1.1-T1.7                               | T2.1-T2.5          | 100  |
| 50                                      | 50                 |      |

T1.1, T1.2, ... T2.5 – номери тем змістових модулів.

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |
|--|-------------|--|
| 90 ... 100                                   | A           | відмінно   |
| 82 ... 89                                    | B           | добре  |
| 74 ... 81                                    | C           |  |
| 64 ... 73                                    | D           | задовільно   |
| 60 ... 63                                    | E           |  |
| 35 ... 59                                    | FX          | незадовільно з можливістю повторного складання             |
| 0 ... 34                                     | F           | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

### НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальний контент, завдання для лабораторних робіт, 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 | Євген Сокол, Михайло Черкашенко, Олег Потетенко, Євгеній Крупа. Гідроенергетика. Том 1. Гідрогазодинаміка. Харків. НТУ «ХПІ», 2020. 274 с.   |
| 2 | Приходько О.А., Сьомін Д.О. Технічна аерогідромеханіка. Навчальний посібник. - Луганськ: Видавництво Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2002. – 170 с.   |
| 3 | Технічна механіка рідини і газу: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / В.А. Дідур, Д.П. Журавель. – Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2019. – 476 с., іл.   |
| 4 | Потетенко О.В. Конспект лекцій по дисципліні «Механіка вязкої рідини» (рукопис, [Електронний ресурс]:). – Х., 2020..   |
| 5 | Vavra M. N. Aero-Thermodynamics and Flow in Turbomachines. New York – London; John Wiley & Sons, Inc. 1960, 609 p.   |
| 6 | Гідрогазодинаміка. Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика, / В.М. Турик; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,37 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 145 с. <a href="https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41225">https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41225</a> |
| 7 | Tu, J., Yeoh, G. H., & Liu, C. (2018). Computational fluid dynamics: a practical approach. Butterworth-Heinemann.  |
| 8 | Sharma, A. (2021). Introduction to computational fluid dynamics: development, application and analysis. Springer Nature.   |
| 9 | Anderson, J. D., & Wendt, J. (1995). Computational fluid dynamics (Vol. 206, p. 332). New York: McGraw-Hill.   |

### Допоміжна література

|    |  |
|----|--|
| 10 | «Механіка рідини і газу» [Текст] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.А.Ковальов. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 57 с.   |
| 11 | Методичні вказівки до практичних занять з курсів “Механіка рідини та газу” і “Гідрогазодинаміка”, “Елементи теорії поля та їх застосування в гідромеханіці” для студентів денної, вечірньої і заочної форм навчання спеціальностей 7.090503 “Гідроенергетика” і 7.090209 “Гідравлічні і пневматичні машини”. – Харків: НТУ «ХПІ», 2004 – 34 с... |
| 12 | Методичні вказівки до практичних занять з курсів “Механіка рідини та газу” і “Гідрогазодинаміка” «Плоскі потенціальні течії» для студентів денної, вечірньої і заочної форм навчання спеціальностей 7.090503 “Гідроенергетика” і 7.090209 “Гідравлічні і пневматичні машини”. – Харків: НТУ «ХПІ», 2004 – 33 с..                                 |
|    |  |

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

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

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

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