

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
імені О.М. БЕКЕТОВА

СТАНДАРТ ВИЩОЇ ОСВІТИ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

В.М. Бабасв

2014 р.

**ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА РІДИНИ І ГАЗУ**

**ПРОГРАМА**

**нормативної навчальної дисципліни**

**підготовки бакалавра**

**галузі знань 0601 Будівництво і архітектура**

**напрямів 6.060101 Будівництво**

**фахове спрямування «Водопостачання та водовідведення»**

**(шифр дисципліни за ОПП ПП.003 )**

**та 6.060103 Гідротехніка (Водні ресурси)**


**(шифр дисципліни за ОПП 3.03 )**

Стандарт чинний з дати затвердження

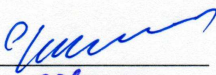
РОЗРОБЛЕНО: Харківський національний університет міського господарства імені  
О.М. Бекетова,

КАФЕДРА: Водопостачання, водовідведення і очищення вод

РОЗРОБНИКИ: к.т.н., доцент кафедри Шевченко Т.О.  
ст. викладач кафедри Яковенко М.М.



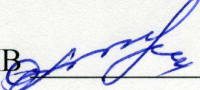
ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ


 (проф. Душкін С.С.)  
«28» серпня 2014 р., протокол № 1

Схвалено **випусковою** кафедрою Водопостачання, водовідведення і очищення вод  
Протокол від «28» серпня 2014 року № 1

Завідувач випускової кафедри  (проф. Душкін С.С.)

Програма відповідає формі Програми навчальної дисципліни, що затверджена  
Наказом по ХНУМГ ім. О.М. Бекетова від 24 лютого 2014 р. № 46-01.

Методист НМВ  (Васильченко) «09» єв 2014 р.

Обговорено та рекомендовано до затвердження Науково-методичною радою  
факультету Інженерної екології міст  
Голова науково-методичної ради  (доц. Ткачов В.О.) «9» єв 2014 р.,  
протокол № 1

Цей стандарт не може бути тиражований або відтворений будь яким способом  
без письмової згоди ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

© ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2014

© Т.О. Шевченко,  
М.М. Яковенко, 2014

## ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Технічна механіка рідини і газу» складена відповідно до освітньо-професійних програм підготовки бакалавра напрямів: 6.060101 «Будівництво» (навчальним планом передбачено фахове спрямування «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)» (навчальним планом передбачено фахове спрямування «Рациональне використання і охорона водних ресурсів»).

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є закони спокою, рівноваги, руху рідини і газу та застосування цих законів для розв'язання практичних завдань: визначення розподілу навантажень у рідинах і газах та сил, що діють на споруди; визначення швидкостей, витрат, зміни тиску у трубопроводах; визначення необхідних геометричних розмірів споруд.

### Міждисциплінарні зв'язки:

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Вища математика	Інженерна гідравліка
Фізика	Гідравлічні та аеродинамічні машини
Теоретична механіка	Спеціальні питання гідравліки систем водопостачання та водовідведення
Опір матеріалів	Насосні та повітродувні станції

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Статика рідин та газів.
2. Гідродинаміка рідин та газів
3. Види руху рідин та газів в напірних та безнапірних системах.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Технічна механіка рідини і газу» є формування у майбутніх фахівців знань сучасних методів аналізу і розрахунку рівноваги, руху рідини і газу в трубопроводах, інших спорудах, де знаходиться або тече рідина та уміти застосовувати ці методи для розрахунків гідравлічних та геометричних параметрів гідротехнічних споруд або їх елементів (затвори, водо підпірні греблі, водоводи, отвори).

1.2. Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Технічна механіка рідини і газу» є теоретична і практична підготовка студентів з питань: основні закони рівноваги і руху рідини та газу; застосування цих законів для розрахунку елементів гідротехнічних споруд, водопроводів, отворів.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:**

- державні нормативні матеріали;

- основні розрахункові залежності для гідравлічних розрахунків елементів гідротехнічних споруд, трубопроводів, отворів;
- основну довідкову літературу до питань, що вивчаються.

***вміти:***

- аналізувати і розв'язувати завдання, що передбачають визначення тиску і сил тиску на елементи гідротехнічних споруд, стінки резервуарів, трубопроводів, на які діє рідина або газ;
- визначати діаметри, напори у трубопроводах, пропускну здатність отворів та насадок в умовах усталеного та неусталеного руху;
- в умовах виробничої діяльності при зміні вихідних даних виконати гідравлічні розрахунки трубопроводів, отворів, насадок та інших водопровідних елементів споруд.

***мати компетентності:***

- використовуючи результати вишукувальних робіт, обчислювальну техніку та діючі методики і нормативні документи виконувати гідравлічні, гідротехнічні та інші інженерні розрахунки елементів водогосподарських мереж та споруд;
- враховуючи особливості природно-кліматичних і господарсько-економічних умов водогосподарського об'єкту та вимоги до нього, використовуючи типові рішення і проекти, діючі нормативні і методичні документи здійснювати вибір технологічних схем та визначати параметри і режими роботи елементів водогосподарських мереж і споруд;
- використовуючи відповідні обладнання та методики проводити роботи для визначення геологічної, гідрогеологічної, гідрологічної характеристик означеної території та її забезпеченість матеріальними і трудовими ресурсами.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться:

- для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» 162 години 4,5 кредити ЄКТС;
- для студентів напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)» 144 години 4 кредити ЄКТС.

## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. Статика рідин та газів**

Вступ. Технічна механіка рідини та газу як наука. Короткий історичний огляд її розвитку. Значення «Технічної механіки рідини та газу» у народному господарстві.

Визначення рідин та газів. Реальні та ідеальні рідини. Основні фізичні властивості рідин та газів: густина, стисливість, розширення, текучість, в'язкість. Розчинення газів у рідинах. Кипіння. Кавітація.

Статика рідин та газів. Предмет статички рідин та газів. Сили, що діють на рідини і гази. Гідростатичний тиск та його властивості. Тензор напруження. Різновиди гідростатичного тиску. Диференційне рівняння спокою рідини (рівняння Ейлера).

Основне рівняння гідростатики. Геометрична та фізична його інтерпретація. Відносний спокій рідин та газів. Поверхні і лінії рівноваги тиску.

Сила тиску рідин та газів на плоску поверхні. Центр тиску та його координата. Епюри та призми гідростатичного тиску. Принцип дії простих гідравлічних машин.

Сила тиску на криволінійні поверхні. Центр тиску на циліндричні поверхні. Закон Архімеда. Плавання тіл.

## **Змістовий модуль 2. Гідродинаміка рідин та газів**

Предмет гідродинаміки. Складові гідродинаміки (кінематика, динаміка). Методи вивчення руху рідин та газів (Легранжа, Ейлера). Усталений та неусталений рух рідин і газів. Модель ідеальної (нев'язкої) рідини. Модель одномірних рідин і газів. Струминкова модель. Елементи і параметри потоку: лінія течії, трубка течії, елементарний струмінь, потік, живий переріз, витрата, середня швидкість.

Рівняння нерозривності (суцільності) рідини і газу за одномірною моделлю.

Моделі руху частинок рідини. Тензор деформацій. Узагальнений закон внутрішнього тертя Ньютона. Напруження сил в'язкості. Тензор напруження. Диференціальні рівняння руху рідини (рівняння Нав'є – Стокса). Поняття про потенціальний рух рідин та потенціальні потоки.

Диференціальні рівняння руху ідеальної рідини (рівняння Ейлера). Рівняння Бернуллі для невязкого та вязкого елементарного струменя. Геометрична та фізична інтерпретація цього рівняння.

Рівняння Бернуллі для потоку реальної рідини і газу. Гідравлічна та фізична інтерпретація цього рівняння. Поняття про п'єзометричний та гідравлічний ухили.

Режими руху рідини. Пульсація швидкостей і тисків у турбулентному потоці. Осереднені швидкості в точках живих перерізів турбулентного потоку. Миттєві швидкості і тиски. Число Рейнольдса. Критичне значення числа Рейнольдса. Фізичний зміст числа Рейнольдса.

## **Змістовий модуль 3. Види руху рідин та газів в напірних та безнапірних системах.**

Гідравлічні опори, їх фізична природа і класифікація. Втрати напору. Види втрат напору. Формула Дарсі-Вейсбаха. Модель турбулентного потоку у трубах. Пристінний ламінарний і турбулентний шар. Гідравлічно гладкі та гідравлічно шорсткі поверхні. Розподіл осереднених швидкостей і дотичних напружень у живих перерізах турбулентних потоків. Турбулентні дотичні напруження.

Експериментальні дослідження гідравлічного коефіцієнта тертя. Дослідження гідравлічного коефіцієнта тертя у трубах з неоднорідною технічною шорсткістю.

Усталений рух рідини і газу в напірних трубопроводах. Класифікація трубопроводів та їх з'єднань. Поняття короткого, довгого трубопроводу. Основні залежності для розрахунків коротких трубопроводів. Приклади розрахунків. Коефіцієнт гідравлічного опору і витрати системи.

Основні залежності для розрахунків довгих трубопроводів з перемінними витратами (масою рідини і газу) уздовж трубопроводу. Розподільні трубопроводи. Трубопроводи – збирачі.

Розімкнуті (тупикові) водопровідні мережі. Принцип розрахунку кільцевих водопровідних мереж.

Гідравлічний удар в трубопроводах. Коливання тиску. Формула М.Є.Жуковського. Повний та неповний гідравлічний удар. Заходи попередження гідравлічного удару. Гідравлічний таран.

Усталений рух рідини і газу через отвори і насадки. Використання отворів і насадків в технічних системах і механізмах. Поняття малого та великого отвору. Пропускна здатність отворів при витіканні рідини в газове середовище. Пропускна здатність отворів при витіканні рідини і рідину. Коефіцієнти стиснення, швидкості і витрати.

Класифікація насадків. Пропускна здатність насадків при витіканні рідини в газове середовище та рідини в рідину. Вакуум в насадках. Коефіцієнти швидкості і витрати.

Неусталений рух рідини в напірних системах. Витікання із отворів, насадків і коротких труб при змінних напорах. Витікання в атмосферу при наявності припливу рідини. Витікання рідини в рідину при змінних напорах.

#### **Індивідуальне завдання:**

Розрахунково-графічна робота «Визначення сили тиску рідини на плоскі та криволінійні поверхні».

### **3. Рекомендована література**

1. Константинов Ю.М. Технічна механіка рідини і газу / Ю.М. Константинов, О.О. Гіжа. – К.: Вища школа, 2002. – 358 с.

2. Krasowski E. Hydraulics. Hydraulics machines / E. Krasowski, I. Nikolenko, J. Gliński, A. Dashchenko, S. Sosnowski. – Lublin: Polish Academy of Sciences Branch in Lublin, 2011. – 350 p.

3. Науменко І.І. Технічна механіка рідини і газу / І.І. Науменко. – Рівне: Видавництво РДТУ, 2000. – 528 с.

4. Науменко І.І. Гідравліка / І.І. Науменко. – Рівне: Видавництво НУВГП, 2005. – 360 с.

5. Штенлихт Д.В. Гидравлика / Д.В. Штенлихт. – М.: Энергоиздат, 1991. – 740с.

6. Левицький Б.Ф. Гідравліка. Загальний курс / Б.Ф. Левицький – Львів: Світ, 1994. – 298 с.

7. Шевченко Т. О. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна механіка рідини та газу» / Т. О. Шевченко; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 101 с.

### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен**

**5. Засоби діагностики успішності навчання:** поточні та підсумкові тестові завдання, контрольні роботи, захист розрахунково-графічної роботи та звітів з лабораторних робіт, питання і задачі до екзамену.

## АНОТАЦІЯ

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Технічна механіка рідини і газу» є формування у майбутніх фахівців знань сучасних методів аналізу і розрахунку рівноваги, руху рідини і газу в трубопроводах, інших спорудах та уміти застосовувати ці методи для розрахунків гідравлічних та геометричних параметрів гідротехнічних споруд. **Предметом** вивчення навчальної дисципліни є закони спокою, рівноваги, руху рідини і газу та застосування цих законів для розв'язання практичних завдань. Програма навчальної дисципліни складається з таких **змістових модулів**: статика рідин та газів; гідродинаміка рідин та газів; види руху рідин та газів в напірних та безнапірних системах.

## ABSTRACT

**The purpose** of teaching the discipline «Technical mechanics of liquid and gas» is the formation of future specialists knowledge of modern methods of analysis and calculation of equilibrium, the fluid and gas in pipelines, and other structures and be able to apply these methods for calculation of hydraulic and geometric parameters of hydraulic structures. **The subject** of study of discipline are the laws of peace, balance, movement of liquid and gas and the application of these laws to solve practical problems. Program discipline consists of the following **content modules**: statics of liquids and gases; hydrodynamics of liquids and gases; types of motion of liquids and gases in pressure and non-pressure systems.

## АННОТАЦИЯ

**Целью** преподавания учебной дисциплины «Техническая механика жидкости и газа» является формирование у будущих специалистов знаний современных методов анализа и расчета равновесия, движения жидкости и газа в трубопроводах, других сооружениях и умение применять эти методы для расчетов гидравлических и геометрических параметров гидротехнических сооружений. **Предметом** изучения учебной дисциплины являются законы покоя, равновесия, движения жидкости и газа и применение этих законов для решения практических задач. Программа учебной дисциплины состоит из следующих **содержательных модулей**: статика жидкостей и газов; гидродинамика жидкостей и газов; виды движения жидкостей и газов в напорных и безнапорных системах.