

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ТА РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**«ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА РІДИНИ І ГАЗУ»**

(для студентів 2 курсу денної та 2-3 курсів заочної форм навчання  
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр,  
напряму підготовки 0921 (6.060101) "Будівництво"  
спеціальності – "Теплогазопостачання і вентиляція"  
та для слухачів другої вищої освіти 1 року заочної форми  
навчання на базі диплома спеціаліста іншого напряму;  
спеціальності 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція»)

Програма навчальної дисципліни та робоча програма навчальної дисципліни «Технічна механіка рідини і газу» (для студентів 2 курсу денної та 2-3 курсів заочної форми навчання напряму 0921 (6.060101) - «Будівництво» спец. «Теплогазопостачання і вентиляція» та для слухачів другої вищої освіти 1 року заочної форми навчання на базі диплома спеціаліста іншого напряму; спец. 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. В. Ромашко, І. Є. Березняк –Х.: ХНАМГ, 2012. – 46 с.

Укладач: О. В. Ромашко, І. Є. Березняк

Рецензент: доцент кафедри експлуатації газових і теплових систем Харківської національної академії міського господарства, канд. техн. наук, Л. В. Гапонова

Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Затверджено на засіданні кафедри експлуатації газових і теплових систем  
Протокол №9 від 14.09.2008 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	7
1.1. Мета, предмет та місце дисципліни .....	7
1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни.....	7
1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги.....	11
1.4. Рекомендована основна навчальна література.....	14
1.5. Анотації програми навчальної дисципліни.....	14
2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	18
2.1. Опис предмета навчальної дисципліни.....	18
2.2. Зміст дисципліни.....	19
2.3. Структура залікового кредиту навчальної дисципліни.....	22
2.4. Самостійна робота студентів .....	31
2.5. Методи та технології навчання.....	36
2.6. Методи оцінювання знань.....	36
2.7. Методичне та інформаційне забезпечення дисципліни.....	43
2.8. Рекомендована література.....	44
2.9. Ресурси .....	45
2.10. Бібліотеки .....	45

## ВСТУП

Однією з головних складових при теоретичному аналізі та практичних розрахунках гідравлічних і аеродинамічних процесів, що протікають в системах теплогазопостачання, вентиляції, кондиціювання повітря, опалювання, гарячого водопостачання, є розділи технічної механіки, що присвячені вивченню задач рівноваги і руху суцільних неперервних середовищ – рідин і газів. Механіка рідини і газу – наука, що розглядає закони рівноваги та руху рідини (як крапельної, так і газоподібної), а також її силову взаємодію з твердими тілами.

Механіка рідини і газу є інженерною (технічною) дисципліною через те, що вона спрямована на вирішення технічних завдань. Це – одна із наук, що знаходяться в основі фундаментальних інженерних знань. Вона виходить із емпіричної гідравліки і класичної гідромеханіки. Ці дисципліни (а також аеродинаміка і газова динаміка) на теперішній час є розділами єдиної науки – механіки рідини і газу.

Механіка рідини і газу виходить із основних принципів фізики і механіки, теоретичні виводи якої погоджуються з експериментальними дослідженнями, які підтверджують і доповнюють теоретичні моделі.

Механіка рідини і газу включає дві частини:

- 1) теоретичну механіку рідини, в якій викладаються основні положення теорії рівноваги і руху крапельних рідин і газів (основні закони гідроаеростатики і гідроаеродинаміки);
- 2) прикладну (або технічну) механіку рідини, в якій розглядається використання цих законів для вирішення практичних задач (рух в трубопроводах, виток із отворів і насадів, обтікання твердих тіл та інш.).

Метою вивчення дисципліни технічна механіка рідини і газу є надбання студентами необхідних знань для вирішення багатьох технічних проблем у галузі санітарної техніки, зокрема в теплогазопостачанні і вентиляції.

Предметом вивчення дисципліни є розрахунок трубопроводів різного призначення (повітроводів, водогонів, газопроводів, паропроводів та інш.),

конструювання гідравлічних та повітродувних машин (насосів, компресорів, вентиляторів) проектування котельних агрегатів, пічних і сушильних установок, повітро- і газоочисних апаратів, розрахунків багатьох опалювальних і вентиляційних пристроїв потребує ясного розуміння законів механіки рідини і газу.

Завданням вивчення дисципліни є оволодіння знанням про фізичну природу процесів руху рідини і газів в технічних системах, засвоєння основних понять і визначень, вивчення кількісних характеристик та методів їх застосування для рішення практичних завдань по розрахунку систем теплогазопостачання і вентиляції.

Необхідним елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни є самостійна робота студентів з літературою, виконання практичних розрахункових завдань.

Програма розроблена на основі:

ГСВОУ 6.092100(ОКХ)-04 Галузевий стандарт вищої освіти України «Освітньо-кваліфікаційна характеристика напряму підготовки 0921 “Будівництво” кваліфікації бакалавр» за спеціальністю 6.092100– «Теплогазопостачання і вентиляція», 2004 р. (з 2006 р. напряму підготовки – 6.060101 “Будівництво”).

ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04 Галузевий стандарт вищої освіти України «Освітньо-професійна програма напряму підготовки 0921 “Будівництво” кваліфікації бакалавр» за спеціальністю 6.092100– «Теплогазопостачання і вентиляція», 2004 р. (з 2006 р. напряму підготовки – 6.060101 “Будівництво”).

СВО ХНАМГ Навчальний план напряму підготовки 6.060101 (0921) «Будівництво» освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, спеціальність «Теплогазопостачання і вентиляція», 2008 р.

СВО ХНАМГ Навчальний план перепідготовки спеціаліста (програма другої вищої освіти) заочної форми навчання (на базі диплома спеціаліста іншого напряму) за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліст, галузь знань 0601 «Будівництво і архітектура», напряму підготовки 6.060101 (6.092100)

«Будівництво», спеціальність 7.06010107 (7.092108) «Теплогазопостачання і вентиляція», 2010 р

Програму затверджено на засіданні кафедри експлуатації газових і теплових систем протокол № 9 від 14.09.2008 р. та Вченою радою факультету Інженерної екології міст протокол № 1 від 5.09.2008 р.

Прийняті позначення та скорочення:

ДО – денна форма навчання;

ЗО – заочна форма навчання;

ДВО – друга вища освіта на базі диплома спеціаліста іншого напрямку.

## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1.1. Мета, предмет та місце дисципліни

1.1.1. Метою вивчення дисципліни “Технічна механіка рідини і газу” є підготовка фахівця, який володітиме теоретичними знаннями щодо закономірностей рівноваги і руху рідини і газу, кількісними характеристиками цих процесів та методиками розрахунку технічних задач, що виникають при функціонуванні систем теплогазопостачання, вентиляції, кондиціонування повітря, опалювання, гарячого водопостачання, створити достатнє теоретичне обґрунтування для засвоєння студентами спеціальних дисциплін.

1.1.2. Предметом вивчення дисципліни “Технічна механіка рідини і газу” є процеси рівноваги та руху рідини і газу в системах теплогазопостачання, вентиляції і кондиціонування повітря, теоретичні закономірності цих процесів, їх кількісні характеристики та методи прикладного використання цих закономірностей в інженерній практиці функціонування санітарно-технічних систем.

1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця. Дисципліна “Технічна механіка рідини і газу” відноситься до нормативної частини циклу дисциплін професійної та практичної підготовки із спеціальних видів діяльності

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Вища математика, фізика, теоретична механіка, інформатика (техніка використання ЕОМ)	Інженерна геологія, міські інженерні мережі, гідравлічні і аеродинамічні машини, аеродинаміка вентиляції, опалення, вентиляція, спец питання гідравліки систем ТГП і В, тепломасообмін

### 1.2 Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни

**Технічна механіка рідини і газу (5,5/198 – ДО, 30; 3,0/108 ДВО)**

**Модуль 1. Статика рідини і газу (2,0/72 – ДО, 30; 1,0/36 ДВО)**

**ЗМ 1.1.** Розвиток гідравліки як науки. Рідини та їх фізичні властивості.

Тема 1. Історичні аспекти розвитку гідравліки як науки. Сучасні

методи дослідження в технічній механіці рідини і газу.

Тема 2. Рідина. Гіпотеза безперервності. Густина рідини. Питома вага рідини. Сили, що діють в рідині.

Тема 3. Властивості рідини. Стисливість. Температурне розширення. В'язкість. Розчинність газів в рідині. Фазові переходи. Опір розтину рідини. Поверхневий натяг. Особливі властивості рідини.

### **ЗМ 1.2. Гідростатика.**

Тема 1. Напружений стан рідини що покоїться. Гідростатичний тиск.

Тема 2. Диференційні рівняння рівноваги рідини Ейлера. Поверхні рівного тиску. Рівновага однорідної нестискаємої рідини в полі тяжіння Землі. Основне рівняння гідростатики. Епюри гідростатичного тиску. Закон Паскаля. Гідравлічні машини. Геометрична інтерпретація основного рівняння гідростатики. Абсолютний, надлишковий та вакуумметричний тиск. Прибори для вимірювання тиску.

Тема 3. Відносна рівновага рідини в рухомому суді.

Тема 4. Сила тиску рідини що покоїться на плоску поверхню.

Тема 5. Сила тиску рідини на циліндричну поверхню.

Тема 6. Закон Архімеда. Плавання тіл. Об'ємна водотоннажність. Ватерлінія. Вісь плавання. Умови статичної остійності плаваючого тіла. Метацентр. Остійне і не остійне плавання.

### **ЗМ 1.3. Газостатика.**

Тема 1. Основні рівняння і поверхні рівня.

Тема 2. Розподіл тиску і температури в полі тяжіння Землі.

## ***Модуль 2. Динаміка рідини і газу (3,5/126 – ДО, 30; 2,0/72 ДВО)***

### **ЗМ 2.1. Кінематика рідини і газу.**

Тема 1. Способи описання руху рідини. Спосіб Лагранжа. Спосіб Ейлера. Стаціонарний рух. Нестационарний рух. Трубка току. Елементарний струмінь. Живий перетин струменя. Витрата струменя. Середня швидкість по живому перетину струменя.



Тема 2. Рух рідкої частинки. Диференційне рівняння нерозривності рідини.

Тема 3. Потоки рідини. Напірні, безнапірні потоки, гідравлічні струмені. Живий перетин потоку. Гідравлічний радіус, еквівалентний діаметр. Витрата потоку, середня швидкість по живому перетину потоку. Рівняння нерозривності потоку.

### **ЗМ 2.2. Динаміка рідини і газу.**

Тема 1. Динаміка нев'язкої рідини. Диференційне рівняння руху нев'язкої рідини Ейлера. Рівняння Бернуллі для стаціонарного руху нев'язкої нестискаємої рідини.

Тема 2. Рівняння Бернуллі для окремих випадків. Геометрична та енергетична інтерпретація рівняння Бернуллі. Гідростатичний, п'єзометричний, динамічний, напір, п'єзометричний уклон.

Тема 3. Динаміка в'язкої рідини. Диференційне рівняння руху в'язкої рідини Нав'є – Стокса. Рівняння Бернуллі для стаціонарного руху в'язкої нестискаємої рідини. Питома кінетична енергія потоку. Коефіцієнт Коріоліса. Кількість руху потоку. Коефіцієнт Буссінеска. Гідродинамічний напір, гідравлічний уклон.

Тема 4. Режими руху рідини. Ламінарний і турбулентний режими. Верхня і нижня гранична швидкість. Число Рейнольдса. Турбулентні потоки. Осереднена та пульсаційна складові швидкості. Інтенсивність турбулентності. Двохшарова модель турбулентного потоку. Теорія турбулентності Прандтля. Довжина путі перемішування.

Тема 5. Втрати напору (питомої енергії). Класифікація втрат напору. Залежність втрат напору від параметрів потоку. Теорія розмірностей. Критерії подібності. Коефіцієнт Дарсі. Формула Дарсі – Вейсбаха. Формула Шезі.

Тема 6. Втрати напору при рівномірному руху рідини. Експериментальне дослідження коефіцієнта Дарсі  $\lambda$ . Графік Нікурадзе. Залежність  $\lambda$  від критерію Рейнольда, зони гідравлічного опору. Формули Пуазейля, Блазіуса, Альтшуля, Шифрінсона. Гідравлічно гладкі та гідравлічно шорсткі труби. Еквівалентна

шорсткість.

Тема 7. Втрати напору при нерівномірному русі рідини. Втрати на початкових ділянках. Місцеві втрати напору. Формула Вейсбаха. Коефіцієнт місцевого опору  $\zeta$ . Залежність  $\zeta$  від критерію Рейнольдса, квадратична зона опору. Взаємний вплив місцевих опорів.

Тема 8. Розрахунок трубопроводів. Пряма і зворотна задача розрахунку трубопроводу. Короткі і довгі трубопроводи. Розрахунок простого трубопроводу. Розрахунок всмоктуючого трубопроводу. Розрахунок кільцевого трубопроводу. Побудова п'єзометричної лінії. Розрахунок трубопроводів для газів. Поняття о русі двохфазних потоків.

Тема 9. Виток рідини при постійному напорі. Малий отвір у плоскій стінці. Стискання струменя при витокі. Ступінь стискання  $\varepsilon$ . Коефіцієнт швидкості  $\phi$ . Коефіцієнт витрати  $\mu$ . Залежність  $\varepsilon$ ,  $\phi$ ,  $\mu$  від критерію Рейнольдса. Повне та неповне стискання. Довершене і недовершене стискання. Виток через затоплені і незатоплені отвори. Виток через великі отвори. Виток через короткі незатоплені трубопроводи (насадки). Вакуум у зовнішньому циліндричному насадці. Виток через затоплені насадки. Виток через нециліндричні насадки. Виток газів із отворів.

Тема 10. Виток при перемінному напорі. Виток при перемінному напорі із призматичних резервуарів. Виток при перемінному напорі із непризматичних резервуарів. Виток при перемінному рівні в двох резервуарах.

Тема 11. Гідравлічні струмені. Класифікація. Затоплені і незатоплені струмені. Динамічні властивості струменя.

Тема 12. Нестационарний рух рідини в трубопроводах. Гідравлічний удар. Формула Жуковського. Прямий і непрямий гідравлічний удар.

### **ЗМ 2.3. Рівномірний рух рідини у відкритих руслах**

Тема 1. Гідравлічні елементи поперечного перетину профілю каналу. Гідравлічно вигідніший профіль каналу.

Тема 2. Розрахунок каналів составного і замкнутого профілю. Обмеження швидкостей руху рідини при розрахунку каналів

### 1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги

1.3.1. Виробничі функції, типові задачі діяльності та уміння, якими повинен володіти випускник вищого навчального закладу викладено в табл. 1.1 (згідно вимог обов’язкового Додатка А ГСВОУ 6.092100(ОКХ)-04).

Таблиця.1.1. Зміст загальних умінь нормативної частини професійно-практичної підготовки, що забезпечується вивченням дисципліни “Технічна механіка рідини і газу”

Зміст виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Шифр типової задачі діяльності	Зміст умінь вирішувати типові задачі діяльності при здійсненні виробничих функцій	Шифр уміння
Проектна	Гідрравлічні розрахунки трубопро-водів і наванта-жень на будівлі	ПФ.С.06	Керуючись нормативними положеннями, за допомогою відповідних методик, довідників і розрахункових таблиць, на основі креслень будівель і даних про їх призначення: - визначати і враховувати силові навантаження від тиску рідини або газу на споруди та їх окремі елементи;	ПФ.С.06.ЗР.О.01
			- визначати параметри напірних трубопроводів і насосів для перекачування заданої витрати рідини або газу;	ПФ.С.06.ЗР.О.02
			- визначати розміри лотків, каналів і безнапірних трубопроводів для пропуску по них саоплином заданої витрати рідини.	ПФ.С.06.ЗР.О.03

1.3.2. Здатності випускника вищого навчального закладу, що вимагаються, і система умінь, що їх відбиває викладені в табл. 1.2 (згідно вимог обов’язкового Додатка Б ГСВОУ 6.092100(ОКХ)-04).

Таблиця.1.2. Здатності випускника вищого навчального закладу, що вимагаються, і система умінь, що їх відбиває, за результатами вивчення дисципліни “Технічна механіка рідини і газу”

Зміст здатності вирішувати проблеми і задачі соціальної та професійної діяльності	Шифр здатності	Зміст уміння	Шифр уміння
Вирішувати задачі, пов'язані з рідинами і газами	3.37	Використовуючи довідкову літературу і відповідні методики, а також прилади, в умовах лабораторії: <b>- користуватися основними законами механіки рідин і газів;</b>	3.37.01
		<b>- користуватися поняттями про капілярні явища, аморфні речовини і адсорбцію.</b>	3.37.02

1.3.3. Система змістових модулів, якими повинен володіти випускник вищого навчального закладу на підставі вивчення дисципліни “Технічна механіка рідини і газу”, викладено в табл. 1.3 (згідно вимог обов’язкового Додатка Б ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04).

Таблиця.1.3. Система змістових модулів, якими повинен володіти випускник вищого навчального закладу на підставі вивчення дисципліни “Технічна механіка рідини і газу”

Зміст уміння, що забезпечується	Шифр уміння	Назва змістовного модуля	Шифр змістовного модуля
1	2	3	4
Використовуючи довідкову літературу і відповідні методики, а також прилади, в умовах лабораторії <b>користуватися основними законами механіки рідин і газів</b>	<b>3.08.3Р.О.01</b>	Основні закони рідин і газів	<b>3.08.3Р.О.01.01</b>
<b>користуватися поняттями про капілярні явища, аморфні речовини та адсорбцію.</b>	<b>3.08.3Р.О.02</b>		
Керуючись нормативними положеннями, за допомогою відповідних методик, довідників і розрахункових таблиць, на основі креслень будівлі і даних про її		Гідростатика. Гідравлічні розрахунки тиску водних і повітряних потоків на споруди	<b>ПФ.С.05.ПР.О.06 .01</b> <b>ПФ.С.05.ПР.О.06 .02</b>

Продовження табл.

1	2	3	4
призначення: <b>визначати і враховувати силові навантаження від тиску рідини або газу на споруди та їх окремі елементи;</b>	<b>ПФ.С.06.ЗР.О.01</b>		
<b>визначати параметри напірних трубопроводів і насосів для перекачування заданої витрати рідини або газу;</b>	<b>ПФ.С.06.ЗР.О.02</b>	Гідравлічні опори і рух рідини в напірних трубопроводах. Відцентрові насоси	<b>ПФ.С.06.ЗР.О.02.01</b>  <b>ПФ.С.06.ЗР.О.02.02</b>
<b>визначати розміри лотків, каналів і безнапірних трубопроводів для пропуску по них самоплином заданої витрати рідини.</b>	<b>ПФ.С.06.ЗР.О.03</b>	Рівномірний рух рідини у відкритих руслах	<b>ПФ.С.06.ЗР.О.03.01</b>

1.3.4. Систему блоків змістовних модулів дисципліни “Технічна механіка рідини і газу” наведено в табл. 1.4 (згідно вимог обов’язкового Додатка В ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04).

Таблиця.1.4. Система блоків змістовних модулів дисципліни “Технічна механіка рідини і газу”

Шифр блоку змістовних модулів	Назва блоку змістовних модулів	Шифри змістовних модулів, що входять до даного блоку	Назва змістовних модулів, що входять до даного блоку
<b>ПП.003</b>	Технічна механіка рідини і газу	<b>ПФ.С.06.ЗР.О.01.01</b>	Гідростатика
		<b>ПФ.С.06.ЗР.О.02.01</b>	Гідравлічні опори і рух рідини в напірних трубопроводах
		<b>ПФ.С.06.ЗР.О.03.01</b>	Рівномірний рух рідини у відкритих руслах
		<b>ПФ.С.06.ЗР.О.01.02</b>	Гідравлічні розрахунки тиску водних і повітряних потоків на споруди
		<b>ПФ.С.06.ЗР.О.02.02</b>	Відцентрові насоси

#### **1.4 Рекомендована основна навчальна література.**

1. Альтшуль А.Д. Гидравлика и аэродинамика. Учебн. для вузов по спец. «Теплогазоснабжение и вентиляция»/ М.: Стройиздат, 1987. – 413 с.
2. Наumenко І.І. Гідравліка: Підручник / Рівне: Вид-во РДТУ, 2001. – 361 с.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учеб. пособие / М.: Наука, 1973. – 847 с.
4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: Учебн. для вузов. – В 2-х кн. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 351 с.
5. Константинов Ю.М. Гидравлика: Учебн. для вузов по спец. «Водоснабжение, водоотведение и рациональное использование водных ресурсов»/ Киев: «Вища школа», 1988. – 397 с.
6. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л.: «Энергия», 1971. – 552 с.
7. Калицун В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация. М.: Стройиздат, 2002. – 397 с.
8. Большаков В.А. Сборник задач по гидравлике: Учеб. пособие / К.: «Будівельник», 1964. – 291 с.
9. Лабораторные работы по гидравлике: Учебное пособие / Высоцкий Л.И., Поляков М.П., Золотарёв Н.В. и др. – Саратов: Саратовский политех. институт, 1981. – 76 с.
10. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М. – Л.: Государственное энергетическое издательство, 1960. – 464 с.
11. Вильнер Я.М., Ковалёв Я.Т., Некрасов Б.Б. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Под ред. Б.Б. Некрасова. – Минск: «Вишэйш. школа», 1976. – 416 с.
12. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 512 с.

#### **1.5 Анотація програми навчальної дисципліни.**

##### **Анотація програми навчальної дисципліни**

##### **«Технічна механіка рідини і газу».**

**Мета:** придбання студентами теоретичних знань та практичних навичок з аналізу та кількісного розрахунку гідравлічних показників рівноваги та руху

рідини і газу в системах теплогазопостачання і вентиляції, засвоєння методик розрахунку та умінь з проектування указаних систем і окремих їх вузлів, моделювання процесів рівноваги та руху рідини і газу та їх експериментальне дослідження.

**Предмет:** процеси рівноваги та руху рідини і газу в санітарно-технічних системах, теоретичні закономірності цих процесів, їх кількісні характеристики та методи прикладного використання цих закономірностей в інженерній практиці.

**Зміст:**

**Технічна механіка рідини і газу (5,5/198 – ДО, 30; 3,0/108 – ДВО)**

**Модуль 1. Статика рідини і газу (2,0/72 – ДО, 30; 1,0/36 ДВО)**

**ЗМ 1.1.** Розвиток гідравліки як науки. Рідини та їх фізичні властивості.

**ЗМ 1.2.** Гідростатика.

**ЗМ 1.3.** Газостатика.

**Модуль 2. Динаміка рідини і газу (3,5/126 – ДО, 30; 2,0/72 ДВО)**

**ЗМ 2.1.** Кінематика рідини і газу.

**ЗМ 2.2.** Динаміка рідини і газу.

**ЗМ 2.3.** Рівномірний рух рідини у відкритих руслах.

### **Аннотация программы учебной дисциплины**

#### **«Техническая механика жидкости и газа».**

**Цель:** приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области анализа и количественных расчётов гидравлических показателей равновесия и движения жидкости и газа в системах теплогазоснабжения и вентиляции, освоение методик расчёта и умений по проектированию указанных систем и отдельных их узлов, моделирование процессов равновесия и движения жидкости и газа и их экспериментальное изучение.

**Предмет:** процессы равновесия и движения жидкости и газа в санитарно-технических системах, теоретические закономерности этих процессов, их количественные характеристики и методы прикладного использования этих

закономерностей в инженерной практике.

**Содержание:**

**Техническая механика жидкости и газа (5,5/198 – ДО, 3О; 3,0/108 – ДВО)**

***Модуль 1. Статика жидкости и газа (2,0/72 – ДО, 3О; 1,0/36 – ДВО)***

**ЗМ 1.1.** Развитие гидравлики как науки. Жидкости и их физические свойства.

**ЗМ 1.2.** Гидростатика.

**ЗМ 1.3.** Газостатика.

***Модуль 2. Динамика жидкости и газа (3,5/126 – ДО, 3О; 2,0/72 – ДВО)***

**ЗМ 2.1.** Кинематика жидкости и газа.

**ЗМ 2.2.** Динамика жидкости и газа.

**ЗМ 2.3.** Равномерное движение жидкости в открытых руслах.

**The summary of the program of educational discipline**

**"The Technical mechanics of a liquid and gas ".**

**The purpose:** the purchase by the students of theoretical knowledge and practical skills in the field of the analysis and quantitative accounts of hydraulic parameters of balance both movement of a liquid and gas in systems is heat and gas supply and ventilation, development of techniques of account and skills on designing the specified systems and their separate units, modeling of processes of balance both movement of a liquid and gas and their experimental study.

**Subject:** processes of balance both movement of a liquid and gas in sanitary - technical systems, theoretical laws of these processes, their quantitative characteristics and methods of applied use of these laws in engineering practice.

**The contents:**

**The technical mechanics of a liquid and gas (5,5/198 – ДО, 3О; 3,0/108 - ДВО)**

***The module 1. A statics of a liquid and gas (2,0/72 - UP TO, 3О; 1,0/36 - ДВО)***



**3M 1.1.** Development of hydraulics as sciences. Liquids and their physical properties.

**3M 1.2.** A hydrostatics.

**3M 1.3.** A gasstatics.

***The module 2. Dynamics of a liquid and gas (3,5/126 - ДО, 30; 2,0/72 - ДВО)***

**3M 2.1.** Cynematics of a liquid and gas.

**3M 2.2.** Dynamics of a liquid and gas.

**3M 2.3.** Uniform movement of a liquid in open channels.

## 2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Опис предмета навчальної дисципліни

Опис предмета навчальної дисципліни «Технічна механіка рідини і газу» наведено в табл. 2.1. – 2.3.

Таблиця 2.1. Структура навчальної дисципліни за робочим навчальним планом денної форми навчання

Призначення: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів: ECTS – 5,5 Модулів – 2 Змістових модулів – 6 Загальна кількість годин: - аудиторних – 100 - самостійної роботи – 98 розрахунково-графічна робота Кількість годин: всього – 198.	Напрямок – 0921 (6.060101) «Будівництво»; Спеціальність: «Теплогазопостачання і вентиляції»; Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр; Термін навчання – 4 роки	Статус дисципліни - нормативна Рік підготовки: 2-й Семестр: 3 – 4-й Лекції – 50 год. Практичні – 34 год. Лабораторні – 16 год. Самостійна робота – 98 год. Вид підсумкового контролю: 3 семестр – залік; 4 семестр – екзамен, розрахунково-графічна робота

Таблиця 2.2. Структура навчальної дисципліни за робочим навчальним планом заочної форми навчання

Призначення: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів: ECTS – 5,5 Модулів – 2 Змістових модулів – 6 Загальна кількість годин: - аудиторних – 18 - самостійної роботи – 180 розрахунково-графічна робота Кількість годин: всього – 198.	Напрямок – 0921 (6.060101) «Будівництво»; Спеціальність: «Теплогазопостачання і вентиляції»; Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр; Термін навчання – 4,5 роки	Статус дисципліни - нормативна Рік підготовки: 2 – 3-й Семестр: 4 – 5-й Лекції – 10 год. Практичні – 8 год. Самостійна робота – 180 год. Вид підсумкового контролю: 4 семестр – залік; 5 семестр – екзамен, розрахунково-графічна робота

Таблиця 2.3. Структура навчальної дисципліни за робочим навчальним планом підготовки слухачів другої вищої освіти заочної форми навчання на базі диплома спеціаліста іншого напрямку

<b>Призначення: підготовка спеціалістів на базі диплома спеціаліста іншого напрямку</b>	<b>Напрямок, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>	<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>
Кількість кредитів: ECTS – 3,0 Модулів – 1 Змістових модулів – 6 Загальна кількість годин: - аудиторних – 18 - самостійної роботи – 90 розрахунково-графічна робота Кількість годин: всього – 108.	Напрямок – 0921 (6.060101) «Будівництво»; Спеціальність: 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляції»; Освітньо-кваліфікаційний рівень – спеціаліст (на базі диплома спеціаліста іншого напрямку); Термін навчання – 2,5 роки	Статус дисципліни - нормативна Рік підготовки: 1-й Триместр: 3-й Лекції – 10 год. Практичні – 8 год. Самостійна робота – 90 год. Вид підсумкового контролю: 3 триместр – екзамен, розрахунково-графічна робота

## 2.2. Зміст дисципліни

(обов'язкова складова ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04 ПНД Технічна механіка рідини і газу)

**Технічна механіка рідини і газу (5,5/198 – ДО, 30; 3,0/108 ДВО)**

**Модуль 1. Статика рідини і газу (2,0/72 – ДО, 30; 1,0/36 ДВО)**

**ЗМ 1.1.** Розвиток гідравліки як науки. Рідини та їх фізичні властивості.

Тема 1. Історичні аспекти розвитку гідравліки як науки. Сучасні методи дослідження в технічній механіці рідини і газу.

Тема 2. Рідина. Гіпотеза безперервності. Густина рідини. Питома вага рідини. Сили, що діють в рідині.

Тема 3. Властивості рідини. Стисливість. Температурне розширення. В'язкість. Розчинність газів в рідині. Фазові переходи. Опір розтину рідини. Поверхневий натяг. Особливі властивості рідини.

**ЗМ 1.2. Гідростатика.**

Тема 1. Напружений стан рідини що покоїться. Гідростатичний тиск.

Тема 2. Диференціальні рівняння рівноваги рідини Ейлера. Поверхні рівного тиску. Рівновага однорідної нестискаємої рідини в полі тяжіння Землі. Основне рівняння гідростатики. Епюри гідростатичного тиску. Закон Паскаля. Гідравлічні машини. Геометрична інтерпретація основного рівняння гідростатики. Абсолютний, надлишковий та вакуумметричний тиск. Прибори

для вимірювання тиску.

Тема 3. Відносна рівновага рідини в рухомому посуді.

Тема 4. Сила тиску рідини що покоїться на плоску поверхню.

Тема 5. Сила тиску рідини на циліндричну поверхню.

Тема 6. Закон Архімеда. Плавання тіл. Об'ємна водотоннажність. Ватерлінія. Вісь плавання. Умови статичної остійності плаваючого тіла. Метацентр. Остійне і не остійне плавання.

### **ЗМ 1.3 Газостатика.**

Тема 1. Основні рівняння і поверхні рівня.

Тема 2. Розподіл тиску і температури в полі тяжіння Землі.

## ***Модуль 2. Динаміка рідини і газу (3,5/126 – ДО, 30; 2,0/72 ДВО)***

### **ЗМ 2.1. Кінематика рідини і газу.**

Тема 1. Способи описання руху рідини. Спосіб Лагранжа. Спосіб Ейлера. Стаціонарний рух. Нестационарний рух. Трубка току. Елементарний струмінь. Живий перетин струменя. Витрата струменя. Середня швидкість по живому перетину струменя.

Тема 2. Рух рідкої частинки. Диференційне рівняння нерозривності рідини.

Тема 3. Потоки рідини. Напірні, безнапірні потоки, гідравлічні струмені. Живий перетин потоку. Гідравлічний радіус, еквівалентний діаметр. Витрата потоку, середня швидкість по живому перетину потоку. Рівняння нерозривності потоку.

### **ЗМ 2.2. Динаміка рідини і газу.**

Тема 1. Динаміка нев'язкої рідини. Диференційне рівняння руху нев'язкої рідини Ейлера. Рівняння Бернуллі для стаціонарного руху нев'язкої нестискаємої рідини.

Тема 2. Рівняння Бернуллі для окремих випадків. Геометрична та енергетична інтерпретація рівняння Бернуллі. Гідростатичний, п'єзометричний, динамічний, напір, п'єзометричний уклон.

Тема 3. Динаміка в'язкої рідини. Диференційне рівняння руху в'язкої

рідини Нав'є – Стокса. Рівняння Бернуллі для стаціонарного руху в'язкої нестискаємої рідини. Питома кінетична енергія потоку. Коефіцієнт Коріоліса. Кількість руху потоку. Коефіцієнт Буссінеска. Гідродинамічний напір, гідравлічний уклон.

Тема 4. Режими руху рідини. Ламінарний і турбулентний режими. Верхня і нижня гранична швидкість. Число Рейнольдса. Турбулентні потоки. Осереднена та пульсаційна складові швидкості. Інтенсивність турбулентності. Двохшарова модель турбулентного потоку. Теорія турбулентності Прандтля. Довжина путі перемішування.

Тема 5. Втрати напору (питомої енергії). Класифікація втрат напору. Залежність втрат напору від параметрів потоку. Теорія розмірностей. Критерії подібності. Коефіцієнт Дарсі. Формула Дарсі – Вейсбаха. Формула Шезі.

Тема 6. Втрати напору при рівномірному руху рідини. Експериментальне дослідження коефіцієнта Дарсі  $\lambda$ . Графік Нікурадзе. Залежність  $\lambda$  від критерію Рейнольда, зони гідравлічного опору. Формули Пуазейля, Блазіуса, Альтшуля, Шифрінсона. Гідравлічно гладкі та гідравлічно шорсткі труби. Еквівалентна шорсткість.

Тема 7. Втрати напору при нерівномірному русі рідини. Втрати на початкових ділянках. Місцеві втрати напору. Формула Вейсбаха. Коефіцієнт місцевого опору  $\zeta$ . Залежність  $\zeta$  від критерію Рейнольдса, квадратична зона опору. Взаємний вплив місцевих опорів.

Тема 8. Розрахунок трубопроводів. Пряма і зворотна задача розрахунку трубопроводу. Короткі і довгі трубопроводи. Розрахунок простого трубопроводу. Розрахунок всмоктуючого трубопроводу. Розрахунок кільцевого трубопроводу. Побудова п'єзометричної лінії. Розрахунок трубопроводів для газів. Поняття о русі двофазних потоків.

Тема 9. Виток рідини при постійному напорі. Малий отвір у плоскій стінці. Стискання струменя при витoku. Ступінь стискання  $\varepsilon$ . Коефіцієнт швидкості  $\phi$ . Коефіцієнт витрати  $\mu$ . Залежність  $\varepsilon$ ,  $\phi$ ,  $\mu$  від критерію Рейнольдса. Повне та неповне стискання. Довершене і недовершене стискання. Виток через

затоплені і незатоплені отвори. Виток через великі отвори. Виток через короткі незатоплені трубопроводи (насадки). Вакуум у зовнішньому циліндричному насадці. Виток через затоплені насадки. Виток через нециліндричні насадки. Виток газів із отворів.

Тема 10. Виток при перемінному напорі. Виток при перемінному напорі із призматичних резервуарів. Виток при перемінному напорі із непризматичних резервуарів. Виток при перемінному рівні в двох резервуарах.

Тема 11. Гідравлічні струмені. Класифікація. Затоплені і незатоплені струмені. Динамічні властивості струменя.

Тема 12. Нестационарний рух рідини в трубопроводах. Гідравлічний удар. Формула Жуковського. Прямий і непрямий гідравлічний удар.

### **ЗМ 2.3. Рівномірний рух рідини у відкритих руслах.**

Тема 1. Гідравлічні елементи поперечного перетину профілю каналу. Гідравлічно вигідніший профіль каналу.

Тема 2. Розрахунок каналів составного і замкнутого профілю. Обмеження швидкостей руху рідини при розрахунку каналів

## **2.3. Структура залікового кредиту навчальної дисципліни**

### **2.3.1. Розподіл часу за модулями та змістовими модулями**

Тематичний план дисципліни «Технічна механіка рідини і газу» складається з шести змістових модулів, кожний з яких об'єднує в собі відносно окремий самостійний блок інформації, який логічно пов'язує кілька навчальних елементів дисципліни за змістом та взаємозв'язками.

Навчальний процес здійснюється у таких формах: лекційні, практичні і лабораторні заняття, самостійна робота студента, виконання розрахунково-графічної роботи.

Розподіл часу за модулями та змістовими модулями наведено у табл. 2.4. – табл. 2.5.

Таблиця 2.4 - Структура навчальної дисципліни "Технічна механіка рідини і газу"

Спеціальність (шифр абрев.)	Всього кредит годин	Семестр	Години								Екзамен (семестр)	Залік сем.
			Аудиторні	У тому числі			Самостійна робота	У тому числі				
				Лекції	Практичні, семінари	Лабораторні		Контр. роботи	КП/КР	РГР		
Технічна механіка рідини і газу												
6.092100 (6.060101) ТГВ												
Денна форма навчання	5,5/198	3,4	100	50	34	16	98	-	-	20	4	3
Заочна форма навчання	5,5/198	4,5	18	10	8	-	180	10	-	20	5	4
Модуль 1. Статика рідини і газу												
Денна форма навчання	2,0/72	3	36	18	18	-	36	-	-	-	-	3
Заочна форма навчання	2,0/72	4	10	6	4	-	62	10	-	-	-	4
Модуль 2.Динаміка рідини і газу												
Денна форма навчання	3,5/126	4	64	32	16	16	62	-	-	20	4	-
Заочна форма навчання	3,5/126	5	8	4	4	-	98	-	-	20	5	-
Технічна механіка рідини і газу												
7.092108 (7.06010107) ТГВ												
Друга вища освіта	3,0/108	3*	18	10	8	-	90	-	-	20	3*	-

\* триместр

Таблиця 2.5. – Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та формами навчальної роботи для студентів денної та заочної формами навчання та для слухачів, що здобувають другу вищу освіту (на базі спеціаліста іншого напрямку)

Модулі (семестри) та змістові модулі	Форми навчальної роботи												
	денна					заочна				друга вища			
	Всього, кр/год.	Лекції	Сем., практ.	Лаб.	СРС	Всього, кр/год.	Лекції	Сем., практ.	СРС	Всього, кр/год.	Лекції	Сем., практ.	СРС
<b>Технічна механіка рідини і газу</b>	<b><u>5,5</u> 198</b>	<b>50</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>98</b>	<b><u>5,5</u> 198</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>180</b>	<b><u>3,0</u> 108</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>90</b>
<b>Модуль 1. Статика рідини і газу</b>	<b><u>2,0</u> 72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b><u>2,0</u> 72</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>62</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>ЗМ 1.1.</b> Розвиток гідравліки як науки. Рідини та їх фізичні властивості.	<u>0,5</u> 18	4	4	-	10	<u>0,5</u> 18	1	1	16	<u>0,25</u> 9	1	1	7
<b>ЗМ 1.2.</b> Гідростатика.	<u>1,0</u> 36	11	10	-	15	<u>1,0</u> 36	4	2	30	<u>0,5</u> 18	2	2	14
<b>ЗМ 1.3.</b> Газостатика.	<u>0,5</u> 18	3	4	-	11	<u>0,5</u> 18	1	1	16	<u>0,25</u> 9	1	1	7
<b>Модуль 2. Динаміка рідини і газу</b>	<b><u>3,5</u> 126</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>62</b>	<b><u>3,5</u> 126</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>98</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>ЗМ 2.1.</b> Кінематика рідини і газу.	<u>0,5</u> 18	4	4	-	10	<u>0,5</u> 18	1	1	16	<u>0,25</u> 9	1	1	7
<b>ЗМ 2.2.</b> Динаміка рідини і газу.	<u>2,5</u> 90	24	9	16	41	<u>2,5</u> 90	2	2	82	<u>1,5</u> 54	4	2	48
<b>ЗМ 2.3.</b> Рівномірний рух рідини у відкритих руслах.	<u>0,5</u> 18	4	3	-	11	<u>0,5</u> 18	1	1	16	<u>0,25</u> 9	1	1	7

### 2.3.2. План лекційного курсу

Таблиця 2.6 – План лекційного курсу з навчальної дисципліни “Технічна механіка рідини і газу”

№ з/п.	Теми лекційного курсу	кількість годин лекційних занять за формами навчання					
		денне навчання		заочне навчання		друга вища освіта	
		Лекції	СРС	Лекції	СРС	Лекції	СРС
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Технічна механіка рідини і газу</b>							
	<b>Модуль 1. Статика рідини і газу</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>62</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>ЗМ 1.1.</b> Розвиток гідравліки як науки. Рідини та їх фізичні властивості.	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>7</b>



Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1.1.1. Історичні аспекти розвитку гідравліки як науки. Сучасні методи дослідження в технічній механіці рідини і газу.	1	3	1	4	1	2
2	Тема 1.1.2. Рідина. Гіпотеза безперервності. Густина рідини. Питома вага рідини. Сили, що діють в рідині.	1	3		4		2
3	Тема 1.1.3. Властивості рідини. Стисливість. Температурне розширення. В'язкість. Розчинність газів в рідині. Фазові переходи. Опір розтину рідини. Поверхневий натяг. Особливі властивості рідини.	2	4		8		3
	<b>ЗМ 1.2. Гідростатика.</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
4	Тема 1.2.1. Напружений стан рідини що покоїться. Гідростатичний тиск	1	2	2	4	2	1
5	Тема 1.2.2. Диференційні рівняння рівноваги рідини Ейлера. Поверхні рівного тиску. Рівновага однорідної нестискаємої рідини в полі тяжіння Землі. Основне рівняння гідростатики. Епюри гідростатичного тиску. Закон Паскаля. Гідравлічні машини. Геометрична інтерпретація основного рівняння гідростатики. Абсолютний, надлишковий та вакуумметричний тиск. Прибори для вимірювання тиску.	4	4		10		4
6	Тема 1.2.3. Відносна рівновага рідини в рухомому суді.	2	3		4		2
7	Тема 1.2.4. Сила тиску рідини що покоїться на плоску поверхню.	1	2	2	4		2
8	Тема 1.2.5. Сила тиску рідини на циліндричну поверхню.	1	2		4		2
9	Тема 1.2.6. Закон Архімеда. Плавання тіл. Об'ємна водотоннажність. Ватерлінія. Вісь плавання. Умови статичної остійності плаваючого тіла. Метацентр. Остійне і не остійне плавання.	2	2		4		3
	<b>ЗМ 1.3. Газостатика.</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
10	Тема 1.3.1. Основні рівняння і поверхні рівня..	1	4	1	6	1	3
11	Тема 1.3.2. Розподіл тиску і температури в полі тяжіння Землі.	2	7		10		4
	<b>Модуль 2. Динаміка рідини і газу</b>	<b>32</b>	<b>62</b>	<b>4</b>	<b>98</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>ЗМ 2.1. Кінематика рідини і газу.</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
12	Тема 2.1.1.Способи описання руху рідини. Спосіб Лагранжа. Спосіб Ейлера. Стаціонарний рух. Нестационарний рух. Трубка току. Елементарний струмінь. Живий перетин струменя. Витрата струменя. Середня швидкість по живому перетину струменя.	1	3	1	4	1	2

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
13	Тема 2.1.2. Рух рідкої частинки. Диференційне рівняння нерозривності рідини.	2	4	2	8	2	3
14	Тема 2.1.3. Потоки рідини. Напірні, безнапірні потоки, гідравлічні струмені. Живий перетин потоку. Гідравлічний радіус, еквівалентний діаметр. Витрата потоку, середня швидкість по живому перетину потоку. Рівняння нерозривності потоку.	1	3		4		2
	<b>ЗМ 2.2. Динаміка рідини і газу.</b>	<b>24</b>	<b>41</b>		<b>82</b>	<b>4</b>	<b>48</b>
15	Тема 2.2.1. Динаміка нев'язкої рідини. Диференційне рівняння руху нев'язкої рідини Ейлера. Рівняння Бернуллі для стаціонарного руху нев'язкої нестискаємої рідини.	2	3	2	6	2	4
16	Тема 2.2.2. Рівняння Бернуллі для окремих випадків. Геометрична та енергетична інтерпретація рівняння Бернуллі. Гідростатичний, п'єзометричний, динамічний, напір, п'єзометричний уклон.	2	3		6		4
17	Тема 2.2.3. Динаміка в'язкої рідини. Диференційне рівняння руху в'язкої рідини Нав'є – Стокса. Рівняння Бернуллі для стаціонарного руху в'язкої нестискаємої рідини. Питома кінетична енергія потоку. Коефіцієнт Коріоліса. Кількість руху потоку. Коефіцієнт Буссінеска. Гідродинамічний напір, гідравлічний уклон.	2	4		8		4
18	Тема 2.2.4. Режим руху рідини. Ламінарний і турбулентний режими. Верхня і нижня гранична швидкість. Число Рейнольдса. Турбулентні потоки. Осереднена та пульсаційна складові швидкості. Інтенсивність турбулентності. Двохшарова модель турбулентного потоку. Теорія турбулентності Прандтля. Довжина путі перемішування.	2	3		6		4
19	Тема 2.2.5. Втрати напору (питомої енергії). Класифікація втрат напору. Залежність втрат напору від параметрів потоку. Теорія розмірностей. Критерії подібності. Коефіцієнт Дарсі. Формула Дарсі – Вейсбаха. Формула Шезі.	2	4		8		4
20	Тема 2.2.6. Втрати напору при рівномірному русі рідини. Експериментальне дослідження коефіцієнта Дарсі $\lambda$ . Графік Нікурадзе. Залежність $\lambda$ від критерію Рейнольда, зони гідравлічного опору. Формули Пуазейля, Блазіуса, Альтшуля, Шифрінсона. Гідравлічно гладкі та гідравлічно шорсткі труби. Еквівалентна шорсткість.	2	4		8		4

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
21	Тема 2.2.7. Втрати напору при нерівномірному русі рідини. Втрати на початкових ділянках. Місцеві втрати напору. Формула Вейсбаха.	2	4		8	2	4
	Коефіцієнт місцевого опору $\zeta$ . Залежність $\zeta$ від критерію Рейнольдса, квадратична зона опору. Взаємний вплив місцевих опорів.						
22	Тема 2.2.8. Розрахунок трубопроводів. Пряма і зворотна задача розрахунку трубопроводу. Короткі і довгі трубопроводи. Розрахунок простого трубопроводу. Розрахунок всмоктуючого трубопроводу. Розрахунок кільцевого трубопроводу. Побудова п'єзометричної лінії. Розрахунок трубопроводів для газів. Поняття о русі двохфазних потоків.	2	4		8		4
23	Тема 2.2.9. Виток рідини при постійному напорі. Малий отвір у плоскій стінці. Стискання струменя при витoku. Ступінь стискання $\varepsilon$ . Коефіцієнт швидкості $\phi$ . Коефіцієнт витрати $\mu$ . Залежність $\varepsilon$ , $\phi$ , $\mu$ від критерію Рейнольдса. Повне та неповне стискання. Довершене і недовершене стискання. Виток через затоплені і незатоплені отвори. Виток через великі отвори. Виток через короткі незатоплені трубопроводи (насадки). Вакуум у зовнішньому циліндричному насадці. Виток через затоплені насадки. Виток через нециліндричні насадки. Виток газів із отворів.	2	3		6		4
24	Тема 2.2.10. Виток при перемінному напорі. Виток при перемінному напорі із призматичних резервуарів. Виток при перемінному напорі із непризматичних резервуарів. Виток при перемінному рівні в двох резервуарах.	2	3		6		4
25	Тема 2.2.11. Гідравлічні струмені. Класифікація. Затоплені і незатоплені струмені. Динамічні властивості струменя.	2	3		6		4
26	Тема 2.2.12. Нестационарний рух рідини в трубопроводах. Гідравлічний удар. Формула Жуковського. Прямий і непрямий гідравлічний удар.	2	3		6		4
	<b>ЗМ 2.3. Рівномірний рух рідини у відкритих руслах</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
27	Тема 2.3.1. Гідравлічні елементи поперечного перетину профілю каналу. Гідравлічно вигідніший профіль каналу.	2	4		6		3
28	Тема 2.3.2. Розрахунок каналів составного і замкнутого профілю. Обмеження швидкостей руху рідини при розрахунку каналів.	2	7	1	10	1	4
	<b>Разом:</b>	<b>50</b>	<b>98</b>	<b>18</b>	<b>180</b>	<b>10</b>	<b>90</b>

### 2.3.3. План практичних (семінарських) занять

Таблиця 2.7 – Теми практичних занять навчальної дисципліни “Технічна механіка рідини і газу”

№ з/п.	Тема практичних занять	кількість годин практичних занять за формами навчання		
		денне навчання	заочне навчання	друга вища освіта
1	2	3	4	5
	<b>Технічна механіка рідини і газу</b>			
	<i>Модуль 1. Статика рідини і газу</i>			
<b>ЗМ 1.1.</b>	Розвиток гідравліки як науки. Рідини і гази та їх фізичні властивості.	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1.	Рідина. Гіпотеза безперервності. Визначення сил, які діють у спокійній та рухомій рідині	1	1	1
2.	Визначення фізичних властивостей рідини.	2		
3.	Поточний контроль зі змістового модуля ЗМ 1.1.	1	—	—
<b>ЗМ 1.2.</b>	Гідростатика.	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
4.	Основне рівняння гідростатики. Закон Паскаля.	1	2	2
5.	Прибори для виміру тиску. Співвідношення одиниць виміру тиску в різних системах одиниць.	2		
6.	Визначення сили тиску рідини на плоскі стінки.	2		
7.	Визначення сили тиску рідини на циліндричні стінки.	2		
8.	Закон Архімеда. Визначення сили, що виштовхує. Умови плавання тіл. Умови остійного плавання.	2		
9.	Поточний контроль зі змістового модуля ЗМ 1.2.	1	—	—
<b>ЗМ 1.3.</b>	Газостатика.	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
10.	Особливості рівноваги в стисливому середовищі.	1	1	1
11.	Визначення розподілу тиску в атмосфері в залежності від геодезичної відмітки.	2		
12.	Поточний контроль зі змістового модуля ЗМ 1.3.	1	—	—
	<b>Разом по модулю 1:</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	—
	<i>Модуль 2. Динаміка рідини і газу</i>			
<b>ЗМ 2.1.</b>	Кінематика рідини і газу.	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5
13.	Способи математичного відображення руху рідкої частки.	1	1	1
14.	Використання рівняння нерозривності для потоків рідини і газу.	2		
15.	Поточний контроль зі змістового модуля ЗМ 2.1.	1	—	—
<b>ЗМ 2.2.</b>	Динаміка рідини і газу.	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
16.	Рівняння Бернуллі для сталого руху нев'язкої нестискаємої рідини.	1	2	2
17.	Визначення режиму руху рідини за допомогою критеріїв подібності. Критерій Рейнольдса.	2		
18.	Визначення втрат напору. Визначення коефіцієнту гідравлічного опору $\lambda$ . Зони гідравлічного опору.	2		
19.	Задачі розрахунку напірних трубопроводів. Побудова графіку п'єзометричних напорів.	2		
20.	Розрахунок витoku рідини і газу через отвори і насади.	1		
21.	Поточний контроль зі змістового модуля ЗМ 2.2.	1	—	—
<b>ЗМ 2.3.</b>	Рівномірний рух рідини у відкритих руслах.	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
22.	Гідравлічні елементи поперечного перетину профілю каналу Розрахунок каналів составного і замкнутого профілю	2	1	1
23.	Поточний контроль зі змістового модуля ЗМ 2.3.	1	—	—
	<b>Разом по модулю 2:</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>—</b>
	<b>Всього:</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

### 2.3.4. План лабораторних робіт

Таблиця 2.8 – Теми лабораторних робіт навчальної дисципліни “Технічна механіка рідини і газу”

№ з/п.	Тема практичних занять	кількість годин практичних занять за формами навчання		
		денне навчання	заочне навчання	друга вища освіта
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
	<i>Модуль 2. Динаміка рідини і газу</i>			
1.	Демонстрація рівняння Бернуллі. Побудова п'єзометричної лінії.	2	—	—

1	2	3	4	5
2	Визначення характеристики витратоміру Вентурі	2	—	—
3	Визначення режиму руху рідини при напірному русі рідини в каналах	2	—	—
4.	Визначення коефіцієнту гідравлічного опору при напірному русі рідини в каналах	2	—	—
5.	Визначення коефіцієнту місцевого гідравлічного опору при напірному русі рідини	2	—	—
6.	Виток рідини із малого отвору в тонкій стінці та із зовнішніх насадів	2	—	—
7.	Виток рідини при змінному напорі	2	—	—
8.	Виток газу із отворів і сопел.	2	—	—
	<b>Разом:</b>	<b>16</b>	<b>—</b>	<b>—</b>

### 2.3.5. Індивідуальні завдання

Програмою дисциплін передбачено виконання індивідуального завдання для студентів всіх форм навчання у вигляді розрахунково-графічної роботи.

Розрахунково-графічна робота виконується у 4 семестрі для студентів денної форми навчання, в 5 семестрі для студентів заочної форми навчання, в 3 триместрі для слухачів другої вищої освіти. Приблизний обсяг розрахунково-пояснювальної записки – 15-20 сторінок, плановий обсяг самостійної роботи – 20 годин.

Мета виконання розрахунково-графічної роботи – оволодіння практичними навичками вирішення задач по гідравлічному розрахунку трубопроводів і інших гідротехнічних елементів.

У процесі виконання розрахунково-графічної роботи студенти закріплюють одержані теоретичні знання в частині визначення тиску рідини і газу на плоскі і циліндричні поверхні, розрахункових витрат рідини і газу, визначення режимів руху потоків та зон гідравлічного опору, вибору типорозміру трубопроводів і каналів, розрахунків втрат напору, побудування графіків п'єзометричного напору, визначення техніко-економічних показників трубопровідних систем.

Студенти закріплюють навички знаходження потрібних формул, отриманих як теоретично, так і емпірично, опановують роботу з науково-технічною та довідковою літературою, використовують обчислювальну техніку для автоматизації гідравлічних розрахунків.

Розрахунково-графічна робота вважається зарахованою, якщо студент виконав розрахунки в повному обсязі та отримав відповідний результат. Зарахована розрахунково-графічна робота є допуском до екзамену.

Таблиця 2.9 – Зміст розрахунково-графічної її роботи та розподіл часу на виконання її складових

<b>ЗМ 2.4. Розрахунково-графічна робота з дисципліни «Технічна механіка рідини і газу»</b>	<b>Розподіл часу</b>
- Визначення сили тиску рідини на плоску поверхню	2,0
- Визначення сили тиску рідини на циліндричну поверхню	
- Розрахунок параметрів витратоміру Вентурі	2,0
- Розрахунок «короткого» напірного трубопроводу з побудовою п'єзометричної лінії	2,0
- Визначення сили дії гідравлічного струменя на перешкоду	4,0
- Визначення витрати при витіканні рідини через насади та вакууму у зовнішньому циліндричному насаді	1,0
- Визначення витрати при витіканні газів через насади	
- Розрахунок кільцевих трубопроводів	1,0
	2,0
	5,5
Захист розрахунково-графічної роботи	0,5
<b>Всього за модулем</b>	<b>20</b>

## 2.4. Самостійна робота студентів

Для опанування матеріалу дисципліни "Технічна механіка рідини і газу" окрім лекційних, практичних і лабораторних занять, тобто аудиторної роботи, значну увагу необхідно приділяти самостійній роботі.

Основні види самостійної роботи студента:

1. Вивчення додаткової літератури.
2. Робота з довідковими матеріалами.
3. Підготовка до практичних (семінарських) занять.
4. Підготовка до поточного й підсумкового контролю.
5. Виконання ІНДЗ (РГР)

**Індивідуальні семестрові завдання для самостійної роботи студентів для  
підготовки до блочно-модульного контролю.**

***Модуль 1. Статика рідини і газу (2,0/72 – ДО, 30; 1,0/36 ДВО)***

**ЗМ 1.1. Розвиток гідравліки як науки. Рідини та їх фізичні властивості.**

- Які розділи включає технічна механіка рідини і газу?
- Що вивчає гідростатика?
- Що вивчає гідродинаміка?
- Що таке щільність?
- Сформулюйте гіпотезу непереривності рідини.
- У яких одиницях вимірюється щільність?
- Укажіть щільність води.
- Сформулюйте поняття «ідеальна рідина».
- Укажіть властивості ідеальної рідини.
- Що таке «в'язкість»?
- Сформулюйте закон в'язкого тертя Ньютона.
- Що таке питома вага рідини?
- У яких одиницях вимірюється питома вага рідини?
- Укажіть залежність між щільністю і питомою вагою рідини.
- Скільки літрів у 1 куб.м ?

**ЗМ 1.2. Гідростатика.**

- Які сили діють у рідині?
- Що такий гідростатичний тиск?
- Властивості гідростатичного тиску?
- Що таке «поверхня рівного тиску»?
- Укажіть властивості «поверхні рівного тиску»?
- Що такий абсолютний тиск?
- Що таке надлишкове (манометричне) тиск?
- Що таке вакуумметричний тиск?
- Чи може вакуумметричний тиск бути більше 1 атм.?
- Стопн води якої висоти створює тиск у 1 атм.?
- Стопн ртуті якої висоти створює тиск у 1 атм.?
- У яких одиницях вимірюється тиск у системі СИ?
- Скільки Па в 1 атм.?



- Сформулюйте закон Паскаля.
- Сформулюйте основне рівняння гідростатики.
- Сформулюйте закон Архімеда.
- Сформулюйте умову плавання тіл.
- Що таке остійність тіла, що плаває.
- Що така водотоннажність.

### **ЗМ 1.3. Газостатика.**

- Особливості поверхні рівня для стискаємого середовища.
- Розподіл тиску по висині при змінній щільності.
- Розподіл тиску по висині при ізотермічних умовах.
- Розподіл тиску по висині в політропних процесах.
- Розподіл температури по висині.

## ***Модуль 2. Динаміка рідини і газу (3,5/126 – ДО, 30; 2,0/72 ДВО)***

### **ЗМ 2.1. Кінематика рідини і газу.**

- Які два способи вивчення руху рідини Ви знаєте?
- У чому полягає спосіб вивчення руху рідини Лагранжа?
- У чому полягає спосіб вивчення руху рідини Ейлера?
- Що таке лінія струму?
- Який рух рідини називається рівномірним?
- Що таке живий перетин потоку?
- Що таке середня швидкість у живому перетині потоку?
- Рівняння нерозривності потоку.
- Що таке об'ємна витрата?
- Дайте визначення поняттю «єпюра швидкостей у живому перетині потоку»?

### **ЗМ 2.2. Динаміка рідини і газу.**

- Сформулюйте рівняння Бернуллі.
- Що таке швидкісний (динамічний) напір?
- Що таке геометричний напір?

- Принцип дії водоміра Вентурі?
- Що таке п'єзометричний напір?
- Що таке повний (гідродинамічний) напір?
- Енергетична інтерпретація рівняння Бернуллі.
- Геометрична інтерпретація рівняння Бернуллі.
- Режими руху рідини.
- Ламінарний режим руху рідини.
- Турбулентний режим руху рідини.
- Критерій Рейнольдса.
- При якому значенні критерію Рейнольдса спостерігається ламінарний режим руху рідини в каналах?
- При якому значенні критерію Рейнольдса спостерігається турбулентний режим руху рідини в каналах?
- Що таке «втрати напору»?
- Втрати напору по довжині.
- Місцеві втрати напору.
- Коефіцієнт гідравлічного опору (коефіцієнт Дарси).
- Сформулюйте формулу Дарсі.
- Зони гідравлічного опору.
- Від яких параметрів залежить коефіцієнт гідравлічного тертя в автомобельній області опору?
- Від яких параметрів залежить коефіцієнт гідравлічного тертя в області гідравлічно гладких труб
- Від яких параметрів залежить коефіцієнт гідравлічного опору в області шорсткуватих труб?
- Який режим руху рідини називається автомобельним?
- Від яких параметрів залежить коефіцієнт гідравлічного тертя при ламінарному режимі руху рідини?
- Що таке «еквівалентна довжина»?
- Що показує п'єзометрична лінія?

- Що таке гідравлічний ухил?
- Що таке п'єзометричний ухил?
- Що характеризує коефіцієнт місцевого опору  $\zeta$
- Сформулюйте перший закон Кірхгофа.
- Сформулюйте другий закон Кірхгофа.
- Що таке «еквівалентна шорсткість стінки трубопроводу»?
- Що таке гідравлічний струмінь?
- Що таке еквівалентний діаметр каналу?
- Який отвір називається «малим»?
- Що таке витікання через «тонку стінку»?
- Що таке «стиск струменя при витіканні з малого отвору в тонкій стінці»?
- Від яких параметрів залежить швидкість рідини в стиснутому перетині при витіканні з малого отвору в тонкій стінці?
- Що таке «насадок»?
- За рахунок чого виникає вакуум у зовнішньому циліндричному насадці?
- Як визначити величина вакууму в зовнішньому циліндричному насадці?
- Укажіть умови нормальної роботи зовнішнього циліндричного насадка по граничній величині вакууму в ньому.
- Для чого застосовуються насадки?
- Для чого застосовуються конічні насадки, що сходяться?
- Для чого застосовуються конічні розбіжні насадки?
- Необхідні умова для пуску насадка.
- Укажіть умови нормальної роботи зовнішнього циліндричного насадка по мінімальній висоті рівня рідини над ним.

### **ЗМ 2.3. Рівномірний рух рідини у відкритих руслах.**

- Назвіть гідравлічні елементи поперечного перетину профілю каналу.
- Що таке гідравлічно вигідніший профіль каналу?
- Назвіть основні задачі, що вирішуються при розрахунку руху рідини в каналах.

- Наведіть формулу Шезі.
- Коефіцієнт Шезі для різних типів русел.
- Що таке «ступінь наповнення каналу»?
- Чим обумовлені обмеження швидкості рідини при розрахунку каналів?
- Особливості розрахунку руху рідини в каналах составного профілю.
- Особливості розрахунку руху рідини в каналах замкнутого профілю.

## **2.5. Методи та технології навчання**

При викладанні навчальної дисципліни «Технічна механіка рідини і газу» використовуються такі методи активного навчання:

- вирішення ситуаційних задач;
- використання комп'ютерного моделювання гідравлічних процесів;
- ділові ігри;
- робота в малих групах.

При використанні практичних занять та самостійної розрахункової роботи використовуються засоби комп'ютерної техніки.

В ході проведення занять використовуються наступні ТЗН:

- друковані роздаткові матеріали.

Метод навчання: інформаційно-ілюстративний.

Для активізації навчального процесу при викладанні дисципліни «Технічна механіка рідини і газу» автором розроблено пакет тестових завдань для проведення дистанційного тестування за програмою змістових модулів курсу, розміщений на сервері дистанційної освіти Харківської національної академії міського господарства за адресою <http://cdo.kname.edu.ua>.

## **2.6. Методи оцінювання знань**

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля;
- оцінка за індивідуальну самостійну роботу та виконання курсової роботи;
- підсумковий контроль.

Для діагностики знань використовується модульно-рейтингова система за 100–бальною шкалою оцінювання.

### 2.6.1. Засоби контролю та структура залікового кредиту

Система оцінювання знань, вмінь і навичок студентів передбачає оцінювання всіх форм вивчення дисципліни.

Перевірку й оцінювання знань студентів викладач проводить в наступних формах:

1. Оцінювання роботи студентів у процесі практичних (семінарських) занять.
2. Оцінювання виконання індивідуального завдання (РГР).
3. Оцінювання засвоєння питань для самостійного вивчення.
4. Проведення поточного модульного контролю.
5. Проведення підсумкового екзамену.

Засоби контролю та структура залікового кредиту для студентів денної та заочної форм навчання наведені в табл. 2.9, - 2.12.

Таблиця 2.9 – Засоби контролю та структура залікового кредиту для студентів денної форми навчання

Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні роботи, тощо)	Розподіл балів %
1	2
<b>МОДУЛЬ 1.</b> Поточний контроль зі змістових модулів	
<b>ЗМ 1.1.</b>	<b>20</b>
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	10
– самостійна робота	10
<b>ЗМ 1.2.</b>	<b>60</b>
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	20
– самостійна робота	40
<b>ЗМ 1.3.</b>	<b>20</b>
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	10
– самостійна робота	10
Форма підсумкової атестації – залік за результатами поточного контролю при умові отримання 51 % балів без обов’язкової присутності студента з наданням бажаним підвищити оцінку за шкалою ECTS можливості додаткового контролю з окремих змістових модулів.	
<b>Всього за МОДУЛЕМ 1</b>	<b>100</b>
<b>МОДУЛЬ 2.</b> Поточний контроль зі змістових модулів	
<b>ЗМ 2.1.</b>	<b>10</b>

Продовження табл.

<b>1</b>	<b>2</b>
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	5
– самостійна робота	5
<b>ЗМ 2.2.</b>	<b>20</b>
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	5
– самостійна робота	15
<b>ЗМ 2.3.</b>	<b>10</b>
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	5
– самостійна робота	5
<b>Розрахунково-графічна робота</b>	<b>20</b>
<b>Підсумковий контроль з МОДУЛЮ 2</b>	
Комбінований тестовий екзамen із застосуванням методів тестового машинного контролю та письмової форми виконання завдань.	<b>40</b>
<b>Всього за МОДУЛЕМ 2</b>	<b>100</b>

Таблиця 2.10 – Засоби контролю виконання розрахунково-графічної роботи для студентів денної форми навчання

<b>ЗМ 2.4. Розрахунково-графічна робота з дисципліни «Технічна механіка рідини і газу»</b>	<b>Розподіл балів</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Визначення сили тиску рідини на плоску поверхню</li> <li>- Визначення сили тиску рідини на циліндричну поверхню</li> <li>- Розрахунок параметрів витратоміру Вентурі</li> <li>- Розрахунок «короткого» напірного трубопроводу з побудовою п'єзометричної лінії</li> <li>- Визначення сили дії гідравлічного струменя на перешкоду</li> <li>- Визначення витрати при витіканні рідини через насади та вакууму у зовнішньому циліндричному насаді</li> <li>- Визначення витрати при витіканні газів через насади</li> <li>- Розрахунок кільцевих трубопроводів</li> </ul>	2  2 2  3  1  1 2 3
Захист розрахунково-графічної роботи	5
<b>Всього балів</b>	<b>20</b>

Таблиця 2.11 – Засоби контролю та структура залікового кредиту для студентів заочної форми навчання

<b>Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні роботи, тощо)</b>	<b>Оцінка</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Модуль 1</b>	
Підсумковий контроль з модулю 1	<b>залік</b>
<b>Модуль 2</b>	

<b>1</b>	<b>2</b>
Захист розрахунково-графічної роботи	допуск до екзамену
Підсумковий контроль з модулю 2	<b>іспит</b>
Комбінований тестовий екзамен із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання завдань.	за нац. шкалою

Таблиця 2.12 – Засоби контролю та структура залікового кредиту для слухачів другої вищої освіти 1 року заочної форми навчання на базі диплома спеціаліста іншого напрямку

<b>Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні роботи, тощо)</b>	<b>Оцінка</b>
<b>Модуль 1</b>	
Захист розрахунково-графічної роботи	допуск до екзамену
Підсумковий контроль з модулю 2	<b>іспит</b>
Комбінований тестовий екзамен із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання завдань.	за нац. шкалою

***Порядок поточного оцінювання знань студентів  
денної і заочної форм навчання.***

Поточне оцінювання здійснюють під час проведення практичних (семінарських) занять, воно має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Об'єктами поточного контролю є

- 1) активність і результативність роботи студента протягом семестру над вивченням програмного матеріалу дисципліни; відвідування занять;
- 2) виконання індивідуального навчально-дослідного завдання (РГР);
- 3) виконання самостійного завдання;
- 4) виконання поточного контролю;

Оцінку "відмінно" ставлять за умови відповідності виконаного завдання студентом або його усної відповіді за усіма зазначеними критеріями.

Відсутність тієї чи іншої складової знижує оцінку.

Контроль систематичного виконання практичних (семінарських) занять і самостійної роботи

Оцінювання проводять за такими критеріями:

- 1) розуміння, ступінь засвоєння теорії і методології проблем, що розглядаються;

2) ступінь засвоєння матеріалу дисципліни;

3) ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядають;

4) уміння поєднувати теорію з практикою при розгляданні виробничих ситуацій, вирішенні завдань, проведенні розрахунків при виконанні завдань, винесених для самостійного опрацювання, і завдань, винесених на розгляд в аудиторії;

5) логіка, структура, стиль викладання матеріалу в письмових роботах і при виступах в аудиторії, вміння обґрунтувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації і робити висновки.

Контроль виконання поставлених задач при проведенні практичних занять здійснюється протягом 3 - 4 семестрів для студентів денної форми навчання і 4 – 5 семестрів для студентів заочної форми навчання (3 триместру для ДВО). За успішне та систематичне виконання поставлених завдань протягом трьох змістових модулів студент отримує оцінку "відмінно" або відповідний відсоток за кожний окремий змістовий модуль (табл. 2.9).

При оцінюванні практичних завдань і самостійної роботи увагу приділяють також їх якості і самостійності, своєчасності задачі виконаних завдань викладачу ( згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не буде виконана, то оцінка буде знижена.

Критерії оцінювання індивідуального навчально-дослідного завдання

Контроль виконання ІНДЗ (РГР) здійснюється протягом семестру. За успішне і систематичне виконання всього ІНДЗ (РГР) студент отримує до 20% залікових балів.

Індивідуальне навчально-дослідне завдання оцінюють за такими критеріями:

1) самостійність виконання;

2) логічність і послідовність викладання матеріалу;

3) повнота розкриття теми;

4) використання й аналіз додаткових літературних джерел;



5) наявність конкретних пропозицій;

6) якість оформлення.

Максимальну оцінку - 20 % залікових балів, студент отримує за умови відповідності виконаного завдання студентом за зазначеними категоріями та його захист. Відсутність тієї чи іншої складової знижує оцінку на відповідну кількість балів.

#### *Проведення поточного контролю*

Поточний контроль (тестування) здійснюється та оцінюється за питаннями, які винесено на лекційні заняття, самостійну роботу і практичні завдання. Поточний контроль проводять у письмовій формі після того, як розглянуто увесь теоретичний матеріал і виконані практичні (семінарські), самостійні завдання в межах кожної теми змістового модуля. За кожним змістовим модулем проводиться контрольна робота (табл. 2.9) і кожному студенту виставляється відповідна оцінка за отриманою кількістю балів.

Проведення підсумкового письмового екзамену з Модулю 1 або комбінованого тестового екзамену із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання завдань (денна форма)

Умовою допуску до екзамену є:

- сума накопичення балів за трьома змістовими модулями, яка повинна бути не менша, ніж 51% балів поточного контролю (за внутрішнім вузівським рейтингом або системою ESTC) або наявність позитивних оцінок з поточного модульного контролю (за національною системою);

- обов'язковий захист РГЗ.

#### *Проведення підсумкового контролю*

Екзамен як для денної, так і для заочної форми навчання, здійснюється у комбінованій тестовій формі із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання практичних завдань за екзаменаційними білетами. Екзаменаційний білет складається з машинного тесту по 25 теоретичним питанням, та 2 практичних завдань (вирішення задачі, тощо). Оцінка з теоретичного матеріалу визначається як відсоток правильних

відповідей від максимальних 20 балів за результатами комп'ютерного тестування, а за вирішення кожної практичної задачі – максимально до 10 балів. Загальна сума балів – 40 (табл. 2.9).

### 2.6.2. Розподіл балів, присвоєних студентам.

Для студентів денної форми навчання підсумкову оцінку з дисципліни виставляють в національній системі оцінювання результатів навчання і в системі ESTC згідно з методикою переведення показників успішності знань студентів Академії в систему оцінювання за шкалою ESTC (табл. 2.13).

Таблиця 2.13 – Шкала перерахунку оцінок результатів навчання в різних системах оцінювання

№	Визначення оцінки	Відсоток засвоєння матеріалу	Оцінка у балах, виходячи зі 100	Оцінка за національною системою	Оцінка за шкалою ECTS
1	<b>Відмінно</b> – належне виконання з незначною кількістю неprincipових помилок	91-100	91-100	5	A
2	<b>Дуже добре</b> – вище за середній рівень з деякими помилками	81-90	81-90	4	B
3	<b>Добре</b> – у цілому правильна робота з декількома помилками	71-80	71-80		C
4	<b>Задовільно</b> – непогано, але певна кількість помилок, недоліків	61-70	61-70	3	D
5	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-51	60-51		E
6	<b>Незадовільно</b> – необхідно доробити, перездати	26-50	26-50	2	FX
7	<b>Незадовільно</b> – обов'язковим є повторний курс	0-25	0-25		F

Для студентів заочної форми навчання та слухачів другої вищої освіти підсумкову оцінку з дисципліни виставляють в національній системі оцінювання результатів навчання:

Оцінка "відмінно" – Студент грамотно, логічно і повно дав відповіді на всі екзаменаційні запитання. Охайно оформив екзаменаційні матеріали. Текстова частина відповіді доповнена потрібним графічним матеріалом. У відповідях студент показав знання додаткової літератури.

Оцінка "добре" – Студент грамотно і по суті дав відповіді на теоретичні запитання екзаменаційного білету, не допускаючи при цьому суттєвих неточностей, вміло використовує знання при розв'язанні практичних завдань і запитань. Екзаменаційні матеріали оформлені охайно, текстова частина доповнена графічним матеріалом (при необхідності).

Оцінка "задовільно" – Студент показав знання основного матеріалу, але не вказав його деталей, особливостей, технологічних обмежень. У відповідях він допускає неточності. Студент порушує послідовність викладу відповіді. Відсутні графічні пояснення. Відмічена неохайність в оформленні екзаменаційних відповідей.

Оцінка "незадовільно" – Студент не дав відповіді на значну частину програмного матеріалу. У відповідях допущенні значні помилки. Матеріали екзаменаційних відповідей неохайно оформлені.

## **2.7. Методичне та інформаційне забезпечення дисципліни.**

Методичне забезпечення навчальної дисципліни “Технічна механіка рідини і газу” включає:

- інтерактивний комплекс навчальної дисципліни на сайті дистанційного навчання академії;
- програма та робоча програма навчальної дисципліни “Технічна механіка рідини і газу”;
- опорний конспект лекцій на паперовому і електронному носіях;
- методичні вказівки до проведення практичних занять і самостійної роботи;
- методичні вказівки з виконання розрахунково-графічної роботи;
- друкований та роздатковий матеріал;
- ресурси Інтернет;
- освітньо-професійна програма підготовки бакалавра.

## **2.8. Рекомендована література**

### **2.8.1. Основна**

1. Альтшуль А.Д. Гидравлика и аэродинамика. Учебн. для вузов по спец. «Теплогазоснабжение и вентиляция»/ М.: Стройиздат, 1987. – 413 с.
2. Науменко І.І. Гідравліка: Підручник / Рівне: Вид-во РДТУ, 2001. – 361 с.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учеб. пособие / М.: Наука, 1973. – 847 с.
4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: Учебн. для вузов. – В 2-х кн. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 351 с.
5. Константинов Ю.М. Гидравлика: Учебн. для вузов по спец. «Водоснабжение, водоотведение и рациональное использование водных ресурсов»/ Киев: «Вища школа», 1988. – 397 с.
6. Лабораторные работы по гидравлике: Учебное пособие / Высоцкий Л.И., Поляков М.П., Золотарёв Н.В. и др. – Саратов: Саратовский политех. институт, 1981. – 76 с.

### **2.8.2. Додаткова**

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – Л.: «Энергия», 1971. – 552 с.
2. Калицун В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация. М.: Стройиздат, 2002. – 397 с.
3. Большаков В.А. Сборник задач по гидравлике: Учеб. пособие / К.: «Будівельник», 1964. – 291 с.
4. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М. – Л.: Государственное энергетическое издательство, 1960. – 464 с.
5. Вильнер Я.М., Ковалёв Я.Т., Некрасов Б.Б. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Под ред. Б.Б. Некрасова. – Минск: «Вишэйш. школа», 1976. – 416 с.
6. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 512 с.

## **2.9. Ресурси**

1. [www.mon.gov.ua](http://www.mon.gov.ua);
2. [www.ksame.kharkov.ua](http://www.ksame.kharkov.ua);
3. [www.ksame.kharkov.ua/moodle/](http://www.ksame.kharkov.ua/moodle/);
4. [www.ksame.kharkov.ua/portal/](http://www.ksame.kharkov.ua/portal/);
5. [html//eprints.kname.edu.ua/](http://html//eprints.kname.edu.ua/);
6. [html//library.kname.kharkov.ua:8080//](http://html//library.kname.kharkov.ua:8080//).

## **2.10. Бібліотеки:**

1. ХНАМГ – 61002, м. Харків, вул. Революції,12, тел.:707-30-13.
2. Обласна наукова – 61002, м. Харків, пров. Короленко,12.

## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Програма навчальної дисципліни та  
робоча програма навчальної дисципліни

### «Технічна механіка рідини і газу»

(для студентів 2 курсу денної та 2 - 3 курсу заочної форм навчання напряму  
0921 (6.060101) - «Будівництво» спец. «Теплогазопостачання і вентиляція» та  
для слухачів другої вищої освіти 1 року заочної форми навчання на базі  
диплома спеціаліста іншого напряму; спец. 7.092108 (7.06010107)

«Теплогазопостачання і вентиляція»)

Укладачі: **РОМАШКО** Олександр Васильович,  
**БЕРЕЗНЯК** Ірина Євгенівна

В авторській редакції

Комп'ютерна верстка: *Ю. Ю. Конюшенко*

План 2009, поз. 156 Р

---

Підп. до друку 20.01.2012 р.

Друк на ризографі

Тираж 10 пр.

Формат 60х84/16

Ум. друк. арк. 2,0

Зам. № 7743

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №4064 від 12.05.2011 р.