

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет техногенно-екологічної безпеки

(назва факультету/підрозділу)

Кафедра прикладної механіки

та технологій захисту навколишнього середовища

(назва кафедри)

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Технічна механіка рідини та газу

(назва навчальної дисципліни)

загальна обов'язкова

(обов'язкова загальна або обов'язкова професійна або вибіркова)

за освітньо-професійною програмою «Техногенно-екологічна безпека»

назва освітньої програми

підготовки

бакалавра

найменування освітнього ступеня

у галузі знань

18 «Виробництво та технології»

код та найменування галузі знань

за спеціальністю

183 «Технології захисту навколишнього середовища»

код та найменування спеціальності

Рекомендовано кафедрою прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища на 2023- 2024 навчальний рік.

Протокол від «28» серпня 2023 року № 19

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни «Технічна механіка рідини та газу»

2023 рік

## Загальна інформація про дисципліну

### Анотація дисципліни

Дисципліна «Технічна механіка рідини та газу» вивчає закони рівноваги та руху рідин і газів; методи застосування цих законів при вирішенні прикладних задач. Вивчення реальних рідин і газів пов'язано із значними труднощами, тому що фізичні властивості реальних рідин залежні від їхнього складу, компонентів, які можуть утворювати з рідиною суміші як гомогенні (розчини), так і гетерогенні (емульсії, суспензії тощо).

При розв'язанні практичних задач технічна механіка рідини і газу оперує всіма відомими методами досліджень, комбінуючи аналітичні та експериментальні: метод аналізу нескінченно малих величин (найбільш зручний з усіх методів для кількісного опису процесів рівноваги і руху рідин, але потребує знання та вміння використовувати різні методи математичного аналізу, зокрема, векторний аналіз), метод середніх величин (є більш доступним методом, виведення основних рівнянь не потребує знань молекулярно-кінетичної теорії), метод аналізу розмірностей (може розглядатися як один із додаткових методів досліджень і припускає всебічне знання фізичних процесів), метод аналогій (за наявності детально досліджених процесів, які можна використати для вивчення невідомого процесу), експериментальний метод (є основним, якщо інші через різні причини неможливо застосовувати, в той же час є критерієм для підтвердження або спростування результатів, отриманих іншим способом).

Дисципліна слугує теоретичною базою для дисциплін професійного спрямування, які вивчають процеси, що відбуваються у пожежній та аварійно-рятувальній техніці, де робочим тілом є рідина.

### Інформація про науково-педагогічних працівників

Загальна інформація	Кондратенко Олександр Миколайович, професор кафедри прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища факультету техногенно-екологічної безпеки, доктор технічних наук, доцент
Контактна інформація	м. Харків, вул. Чернишевська, 94, кабінет № 601. Робочий номер телефону – 707-34-07.
E-mail	<a href="mailto:kondratenko@nuczu.edu.ua">kondratenko@nuczu.edu.ua</a>
Наукові інтереси	– екологічна безпека процесу експлуатації енергоустановок з поршнеvim ДВЗ; – критеріальне оцінювання показників рівня екологічної безпеки; – матеріалознавство у галузі наноматеріалів та напівпровідників; – технології захисту навколишнього середовища від газоподібних та аерозольних викидів транспорту; – метеорологічні аспекти оцінювання показників рівня екологічної безпеки; – прикладна механіка текучих середовищ у технологіях захисту навколишнього середовища;

	– актуальні питання пакувальної індустрії.
Професійні здібності	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навички аналізу науково-технічної, довідникової, нормативної та патентної літератури;</li> <li>– навички аналітичних (розрахунки та моделювання) досліджень, пов'язаних з критеріальним оцінюванням показників рівня екологічної безпеки процесу експлуатації енергоустановок з поршнеvim ДВЗ;</li> <li>– навички експериментальних досліджень, пов'язаних з визначенням техніко-економічних та екологічних показників роботи енергоустановок з поршнеvim ДВЗ;</li> <li>– проектування та побудова випробувальних стендів, експериментальних діючих зразків, комплексів засобів вимірювальної техніки</li> </ul>
Наукова діяльність за освітнім компонентом	<p>Google Scholar:  <a href="https://scholar.google.com.ua/citations?user=0I1bJMcAAAAJ">https://scholar.google.com.ua/citations?user=0I1bJMcAAAAJ</a>  ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0001-9687-0454">https://orcid.org/0000-0001-9687-0454</a>  SCOPUS:  <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57144373800">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57144373800</a>  Web of Science Researcher:  <a href="https://publons.com/researcher/1965346/alexandr-m-kondratenko/">https://publons.com/researcher/1965346/alexandr-m-kondratenko/</a></p>

### **Час та місце проведення занять з навчальної дисципліни**

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу у очному, дистанційному чи змішаному форматі. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться впродовж семестру у час та в кабінеті (аудиторії) за розкладом консультацій або у форматі відеоконференції у системі Zoom (посилання надається викладачем окремо). В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

**Мета** вивчення дисципліни: вивчення теоретичних основ технічної механіки рідини та газів; набуття практичних навичок користування методами дослідження, розрахунку, проектування та кваліфікованої експлуатації гідравлічного обладнання та систем, що застосовуються для ви-рішення задач цивільної безпеки. Набуття вмінь самостійно будувати та досліджувати математичні та фізичні моделі типового та перспективного гідравлічного та пневматичного обладнання; здійснювати перехід від реальної конструкції до розрахункових схем і відповідних до них математичних моделей; застосовувати на практиці методи гідравлічних розрахунків інженерних систем і конструкцій; читати та виконувати ескізи та креслення інженерних систем і конструкцій відповідного призначення згідно до вимог державних стандартів для виявлення порушень вимог чинних нормативних документів з питань безпеки у надзвичайних ситуаціях.

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти
	очна (денна)
<b>Статус дисципліни</b> (обов'язкова загальна або обов'язкова професійна або вибіркова)	обов'язкова
<b>Рік підготовки</b>	2-й
<b>Семестр</b>	3-й
<b>Обсяг дисципліни:</b>	
- в кредитах ЄКТС	3
- кількість модулів	2
- загальна кількість годин	90
<b>Розподіл часу за навчальним планом:</b>	
- лекції (годин)	2
- практичні заняття (годин)	2
- семінарські заняття (годин)	-
- лабораторні заняття (годин)	2
- курсовий проект (робота) (годин)	-
- інші види занять (годин)	-
- самостійна робота (годин)	84
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)	-
- підсумковий контроль (диференційний залік, екзамен)	екзамен

## Передумови для вивчення дисципліни

Раніше мають бути вивчені дисципліни: вища математика, фізика. Для вивчення дисципліни необхідні наступні результати навчання: застосовувати необхідні для здійснення професійної діяльності знання математичних та природничих наук.

## Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми «Техногенно-екологічна безпека», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання

Програмні результати навчання	ПРН
Знати сучасні теорії, підходи, принципи екологічної політики, фундаментальні положення з біології, хімії, фізики, математики, біотехнології та фахових і прикладних інженерно-технологічних дисциплін для моделювання та вирішення конкретних природозахисних задач у виробничій сфері.	ПР01

Обґрунтовувати природозахисні технології, базуючись на розумінні механізмів впливу людини на навколишнє середовище і процесів, що відбуваються у ньому.	ПР04
Обґрунтовувати та застосовувати природні та штучні системи і процеси в основі природозахисних технологій відповідно екологічного імперативу та концепції сталого розвитку.	ПР06
Вміти застосовувати основні закономірності безпечних, ресурсоефективних і екологічно дружніх технологій в управлінні природоохоронною діяльністю, в тому числі, через системи екологічного керування відповідно міжнародним стандартам.	ПР13
<b>Дисциплінарні результати навчання</b>	<i>аббревіатура</i>
Встановлювати відповідність прийнятих у проектах розрахункових величин витрат і напорів води вимогам будівельних норм для ліквідування надзвичайних ситуацій та розроблення рекомендацій щодо усунення виявлених недоліків.	ДРН01
Виконувати розрахунок необхідних витрат та напору води у насосно-рукавних системах для вибору та перевірки відповідності схем подавання води для заданих умов;	ДРН02
Виконувати розрахунки об'єму води, витрат та напору в системах пожежогасіння.	ДРН03

- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:

Програмні компетентності (загальні та професійні)	ЗК, ПК
Здатність до абстрактного та аналітичного мислення, узагальнень, аналізу та синтезу	ЗК01
Знання і критичне розуміння предметної області та професійної діяльності	ЗК02
<b>Очікувані компетентності з дисципліни</b>	<i>аббревіатура</i>
Здатність самостійно будувати та досліджувати математичні та фізичні моделі типового та перспективного гідравлічного та пневматичного обладнання, здійснювати перехід від реальної конструкції до розрахункових схем і відповідних до них математичних моделей	ОКД01
Здатність застосовувати на практиці методи гідравлічних розрахунків інженерних систем і конструкцій	ОКД02
Здатність читати та виконувати ескізи та креслення інженерних систем і конструкцій відповідного призначення згідно до вимог державних стандартів для виявлення порушень вимог чинних нормативних документів з питань безпеки у надзвичайних ситуаціях	ОКД03

## Програма навчальної дисципліни

### Теми навчальної дисципліни:

#### МОДУЛЬ 1.

**Тема 1.1. Основні властивості рідин і газів.** Основне рівняння гідростатики. Епюри гідростатичного тиску. Тиск рідини на плоскі поверхні. Тиск у газі.

**Тема 1.2. Тиск рідини на криволінійні поверхні.** Закон Архімеда. Плавання тіл. Остійність тіл. Гідравлічні машини.

#### МОДУЛЬ 2.

**Тема 2.1. Рівняння нерозривності потоку.** Рівняння Бернуллі для потоку ідеальної рідини. Рівняння Бернуллі для потоку реальної рідини. Режими руху. Практичне застосування рівняння Бернуллі: водомір Вентурі, ствол-водомір, трубка Піто, струменеві апарати.

**Тема 2.2. Лінійні втрати напору.** Коефіцієнт гідравлічного тертя. Місцеві втрати напору. Гідравлічний розрахунок трубопроводів. Втрати напору в пожежних рукавах.

**Тема 2.3. Рівняння газостатики. Рівняння Бернуллі** для потоку газу. Неусталений рух. Гідравлічний удар в трубопроводі. Способи захисту від гідравлічного удару в трубопроводах та пожежних рукавах. Витікання рідини через отвори, насадки та короткі трубопроводи. Класифікація отворів. Витікання рідини з круглого отвору. Витрати газу при витіканні через отвори. Затоплений отвір. Класифікація насадків. Витікання рідин з насадків. Формули для розрахунку напору та витрати рідини з насадків. Формули для розрахунку напору та витрати рідини при витіканні через короткі труби. Спорожнення резервуарів. Гідравлічні струмені. Формули розрахунку вертикальних струменів. Розрахунок траєкторій пожежних гідравлічних струменів. Визначення залежності дальності польоту струменя і витрати води від напору та діаметра насадка. Реакція струменя. Тиск струменя. Методи розпилення струменя. Затоплені струмені.

### Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:

Назви модулів і тем	Очна (денна) форма					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	модульна контрольна робота	
<b>3- й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1.1. Основні властивості рідин і газів	10	2	0	0	6	Модульна контрольна робота № 1
Тема 1.2. Тиск рідини на криволінійні поверхні	16	0	0	0	10	
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>МКР №1</b>

3- й семестр						
Модуль 2						
Тема 2.1. Рівняння нерозрив- ності потоку	18	0	2	0	10	Модульна контрольна робота № 2
Тема 2.2. Лінійні втрати напору	12	0	0	0	8	
Тема 2.3. Рівняння Бернуллі	34	0	0	2	20	
Разом за модулем 2	<b>64</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	МКР №2
<b>Разом</b>	<b>90</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>84</b>	

**Теми семінарських занять – не передбачено навчальним ланом**

#### **Теми практичних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.2. Рух ідеального текучого середовища.	2
	Разом	Разом

#### **Теми лабораторних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 2.3. Дослідження витікання води крізь отвори та насадки	2
	Разом	10

#### **Орієнтовна тематика індивідуальних завдань**

Відповідно до робочого навчального плану передбачено особливий вид індивідуального завдання – виконання розрахунково-графічних робіт на тему “Гідростатика” та “Гідродинаміка”.

#### **Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти Засоби оцінювання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання:

- екзамен;
- усне та письмове опитування на кожному практичному занятті;
- опитування за допомогою програми Opentest2;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання та захист розрахунково-графічних робіт.

Оцінювання рівня освітніх досягнень здобувачів за освітніми компонентами, здійснюється за 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України.

## **Критерії оцінювання**

### **Форми поточного та підсумкового контролю**

Поточний контроль проводиться у формі фронтального та індивідуального опитування, виконання письмових завдань, лабораторних робіт, тестування в системі Opentest 2. Опитування проводиться на кожному практичному занятті. Воно передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу).

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному та лабораторному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 5 балів):

5 балів – завдання виконане в повному обсязі, оформлено без граматичних та стилістичних помилок, відповідь правильна, аргументована, використовуються професійні терміни;

3-4 бали – завдання виконане, але обґрунтування відповіді недостатнє, у відповіді допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

2 бали – завдання виконане частково, у відповіді допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

1 бал – завдання виконане частково, у відповіді допущені значні граматичні чи стилістичні помилки;

0 балів – завдання не виконане.

Виконання модульних розрахунково-графічних робіт є складовою поточного контролю і здійснюється шляхом самостійного виконання письмової роботи. Кожен варіант модульної розрахунково-графічної роботи складається з індивідуальних завдань-задач. Розв'язання задач повинно складатися з чітко сформульованого завдання, опису рішення, наявності схем та графіків (за необхідності), порівняння одержаних результатів з довідниковими даними (за необхідністю), обґрунтованого, змістовного висновку на питання задачі. Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні модульних контрольних робіт (оцінюється в діапазоні від 0 до 35 балів):

35 балів – правильно розв'язані всі задачі з дотриманням всіх вимог до виконання;

25-34 бали – правильно розв'язані всі задачі, але недостатнє обґрунтування відповіді, допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

15-24 балів – розв'язані всі задачі, але допущені граматичні чи стилістичні помилки;

1-14 балів – розв'язані всі задачі, але допущені помилки в розрахунках та оформленні звітних матеріалів;

0 балів – завдання не виконане.

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену.



**Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни**

Види навчальних занять	Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
<b>I. Поточний контроль</b>			
<b>Модуль 1</b>			
Лекції	2	0	0
Практичні заняття	1	5	5
Модульна контрольна робота 1*	1	30	30
Разом за модуль 1			35
<b>Модуль 2</b>			
Лабораторні заняття*	1	5	0
Модульна контрольна робота 2*	1	30	35
Разом за модуль 2			35
Разом за поточний контроль			70
<b>II. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)</b>			-
<b>III. Підсумковий контроль (екзамен)*</b>			30
<b>Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи</b>			<b>100</b>

*Пояснення:*\* види навчальних занять та контрольні заходи для обов'язкового виконання.

*Перелік завдань для виконання модульної контрольної роботи № 1  
«Гідростатика»:*

1. Визначення надлишкового тиску у трубопроводі.
2. Визначення зміни рівня вільної поверхні рідини.
3. Визначення мінімального об'єму балону для зберігання певної кількості газу.
4. Побудова епюр гідростатичного тиску рідини для прямокутної ємності.
5. Визначення розмірів конусоподібної ємності для рідини.
6. Побудова епюр гідростатичного тиску рідини на нахилену плоску поверхню.
7. Визначення сили гідростатичного тиску рідини на нахилену плоску поверхню.
8. Визначення сили гідростатичного тиску рідини на циліндричну поверхню.
9. Визначення сили гідростатичного тиску рідини на криволінійну

циліндричну поверхню.

10. Визначення розмірів поплавка-клапана.

*Перелік завдань для виконання модульної контрольної роботи № 2  
«Гідродинаміка»:*

1. Визначення об'ємних витрат рідини у трубопроводі.
2. Визначення швидкості витікання рідини через конічну насадку.
3. Визначення напору рідини на вході у трубопровід.
4. Визначення напору рідини для пропускання певних об'ємних витрат трубопроводом.
5. Визначення параметрів гідравлічного удару.
6. Визначення часу спорожнення циліндричного резервуару через малий донний отвір.
7. Визначення часу повного спорожнення водонапірної вежі.
8. Визначення висоти вертикального струменя.
9. Визначення напору для отримання вертикального струменя певної висоти.
10. Визначення напору для отримання нахиленого струменя певної висоти.

**Індивідуальні завдання.** Не передбачено

**Підсумковий контроль.**

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені:

*Підсумковий контроль* успішності проводиться з метою оцінки результатів навчання на завершальному етапі, проводиться у вигляді письмового екзамену або тестування.

Кожен варіант письмового завдання складається з двох теоретичних питань та одного практичного завдання-задачі. Розв'язання практичного завдання повинно містити: постановку задачі, визначення розрахункових формул, розрахунки, висновки за виконаним завданням. Теоретичне питання оцінюється за повнотою відповіді.

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені (оцінюється від 0 до 30 балів):

25-30 балів – в повному обсязі здобувач володіє навчальним матеріалом, глибоко та всебічно розкрив зміст теоретичного питання, правильно розв'язав практичне завдання з повним дотриманням вимог до виконання;

18-24 бали – достатньо повно володіє навчальним матеріалом, в основному розкрито зміст теоретичного питання. При наданні відповіді на деякі питання не вистачає достатньої глибини та аргументації, при цьому є несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішене практичне завдання;

10-17 балів – в цілому володіє навчальним матеріалом, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішені практичне завдання;

3-6 балів – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Недостатньо розкриті зміст теоретичного питання та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності. Практичне завдання вирішене частково;

1-2 бали – частково володіє навчальним матеріалом, відповіді загальні, допущено при цьому суттєві помилки. Практичне завдання вирішене частково;  
0 балів – не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичного питання та практичних завдань. Не вирішив практичного завдання.

Перелік теоретичних питань для підготовки до екзамену:

1. В чому полягає гіпотеза суцільного середовища?
2. Які методи дослідження використовуються під час вивчення технічної механіки рідини і газу?
3. Назвіть основні величини системи SI.
4. Як утворюються розмірності похідних фізичних величин?
5. Що означають терміни: «ідеальна рідина», «реальна рідина», «ідеальний газ», «реальний газ»?
6. В чому полягають схожість і відмінність краплинної та газоподібної рідин?
7. Які основні властивості рідин і газів вам відомі?
8. Що зветься густиною, які одиниці її вимірювання? Розкрийте зв'язок із питомою вагою.
9. В яких одиницях вимірюється гідростатичний тиск?
10. Які температурні шкали вам відомі?
11. Що характеризує в'язкість рідини? Який взаємозв'язок між динамічним і кінематичним коефіцієнтами в'язкості?
12. Як впливає зміна температури на в'язкість рідин і газів?
13. Яким є взаємозв'язок між стисливістю та модулем пружності рідини?
14. Що таке ньютонівські та неньютонівські рідини?
15. Наведіть рівняння стану ідеального газу.
16. Що означає «ізотермічний» та «адіабатичний» процеси?
17. Що таке гідростатичний тиск? В яких одиницях він вимірюється та як спрямований?
18. Які рідини розглядаються в гідростатиці?
19. Які сили діють на об'єм рідини, що знаходиться у стані спокою?
20. Розкрийте властивості гідростатичного тиску. Сформулюйте закон Паскаля.
21. Наведіть рівняння Ейлера. Які параметри входять до нього?
22. Як змінюється тиск у газах залежно від висоти?
23. Наведіть основне рівняння гідростатики в диференціальній формі, поясніть його фізичний сенс.
24. Наведіть основне рівняння гідростатики у простій формі, поясніть його фізичний сенс.
25. Як визначається тиск і сила тиску на плоскі горизонтальні поверхні?
26. Як визначається тиск і сила тиску на плоскі нахилені поверхні?
27. Як визначається тиск і сила тиску на криволінійні поверхні?
28. Як визначається об'єм «тіла тиску»?
29. Що таке центр тиску і як він визначається?
30. Що таке ексцентриситет?

31. В чому полягає закон Архімеда?
32. Сформулюйте умови рівноваги при плаванні тіл. Які види рівноваги вам відомі?
33. Які гідравлічні пристрої основані на законі Паскаля?
34. Як визначаються вантажопідйомність та остійність понтонного порому?
35. Як визначають стійкість підірних стінок під дією гідростатичного тиску?
36. Що означає векторна або скалярна величина?
37. Надайте визначення градієнта, дивергенції й ротора.
38. Чим відрізняється опис руху за Лагранжем та Ейлером?
39. Що вивчає кінематика і динаміка рідини?
40. Що таке лінія течії та як записується її рівняння?
41. Що таке вихрова лінія та як записується її рівняння?
42. Що називають потоком рідини?
43. Що називається живимперерізом, змоченим периметром і гідравлічним радіусом?
44. Розкрийте ознаки вихрового та безвихрового потоків.
45. Який рух рідини називають сталим і несталим?
46. Яка течія має назву потенційної?
47. Який фундаментальний фізичний закон виражається рівнянням нерозривності?
48. Який фундаментальний фізичний закон виражається рівнянням руху в напруженнях?
49. Як виглядають тензори напружень для ідеальної та реальної рідини?
50. Які рівняння необхідно додати до системи рівнянь Ейлера для її замкнення?
51. Що показують рівняння Ейлера у формі Громека?
52. Наведіть рівняння Бернуллі для елементарної струминки ідеальної рідини.
53. В чому полягає геометричний сенс рівняння Бернуллі?
54. В чому полягає енергетичний сенс рівняння Бернуллі?
55. Чим відрізняються система рівнянь Нав'є Стокса від системи рівнянь Ейлера?
56. Вкажіть режими руху рідини. Як визначити режим руху рідини?
57. Що таке кавітація?
58. Що таке гідродинамічна подібність?
59. Назвіть критерії гідродинамічної подібності. Що вони означають?
60. Що означає втрата напору?
61. Як визначаються втрати напору за довжиною?
62. Що таке абсолютна та відносна шорсткість труби?
63. Що означає коефіцієнт гідравлічного тертя?
64. Від яких чинників коефіцієнт гідравлічного тертя залежний?
65. Які зони руху рідини визначають залежно від числа Рейнольдса?
66. Наведіть формули для визначення коефіцієнта гідравлічного тертя.
67. Який трубопровід називається гідравлічно гладким?
68. Який трубопровід називається гідравлічно шорстким?
69. Які місцеві опори вам відомі?

70. Наведіть формули для визначення коефіцієнта місцевого опору для різних видів місцевих опорів.
71. Які чинники впливають на визначення опору пожежного рукава?
72. Як визначається загальний опір рукавної лінії?
73. Як визначають втрати напору для газу?
74. Який отвір називається малим, який великим?
75. Яка стінка називається тонкою, яка товстою?
76. Яке стиснення називається повним, яке неповним?
77. Яке стиснення називається досконалим, яке недосконалим?
78. Як визначається коефіцієнт стиснення?
79. Як визначається коефіцієнт швидкості?
80. Як визначається коефіцієнт витрати?
81. Який пристрій називається насадкою?
82. Назвіть основні типи насадок.
83. Як змінюється струмінь рідини при проходженні через насадку?
84. Яке практичне застосування мають насадки?
85. Для чого застосовується розпилення струменів? Як його отримують?
86. Які типи форсунок (атомайзерів) використовують у промисловості?
87. Яку роль відіграють розпилювачі в системах управління екологічною безпекою?
88. Як визначається гідравлічний опір простого трубопроводу?
89. Як визначається час спорожнення резервуара при змінному напорі?
90. Наведіть приклади резервуарів зі змінною площиною перерізу за висотою.
91. Як визначається час спорожнення складених резервуарів?
92. Які трубопроводи називають простими, складними?
93. Як визначається витрата трубопроводу?
94. Як розраховують послідовно з'єднані трубопроводи?
95. Як розраховують паралельно з'єднані трубопроводи?
96. Як проводиться розрахунок газопроводів?
97. Що таке гідравлічний удар?
98. Які процеси відбуваються в процесі гідравлічного удару?
99. Назвіть чинники, що впливають на гідравлічний удар.
100. Що зветься фазою гідравлічного удару?
101. Як визначається швидкість поширення ударної хвилі?
102. Як визначити підвищення тиску під час гідравлічного удару (формули Жуковського та Френкеля)?
103. Назвіть заходи для запобігання наслідків гідравлічного удару.
104. Наведіть приклади пристроїв, які зменшують наслідки гідравлічного удару.
105. В яких випадках гідравлічний удар може бути корисним?
106. Що називається гідравлічним струменем?
107. З яких частин складається гідравлічний струмінь?
108. Надати класифікацію гідравлічних струменів.
109. Чим зумовлені втрати висоти вертикального струменя?

110. Наведіть формули для розрахунку частин струменя.
111. Що відбувається з висотою вертикального струменя при збільшенні діаметра насадки ствола?
112. Як розраховують нахилені струмені?
113. Як визначають радіус дії компактної та роздробленої частин струменя для ручних пожежних і лафетних стволів?
114. Як розраховують висоти вертикальних струменів за допомогою спрощеного рівняння Бернуллі
115. Яким чином враховують опір повітря при розрахунках струменів?
116. Якою є траєкторія руху струменя?
117. Як впливають похибки при визначенні кута нахилу ствола та початкової швидкості на розрахунок дальності польоту струменя?
118. Які параметри впливають на точність вимірювання коефіцієнта опору повітря при русі струменя?
119. Опишіть явище взаємодії гідравлічного струменя і твердої перешкоди.
120. Які чинники впливають на величину сили тиску струменя?
121. Наведіть приклади з практики, де спостерігається явище взаємодії струменя з твердою поверхнею?
122. Назвіть характерні форми виконання та розташування твердих
123. поверхонь, які виступають перешкодами для струменя?
124. Що покладено в основу визначення динамічних властивостей струменя?
125. Як визначається сила дії вільного струменя на нерухому плоску
126. поверхню?
127. Що змінюється, коли поверхня нахилена під деяким кутом до осі струменя?
128. Як визначається сила дії вільного струменя на нерухому криволінійну поверхню різної форми?
129. Як розрахувати реакцію струменя?

#### Перелік тем практичних завдань на екзамені:

1. Визначення надлишкового тиску у трубопроводі.
2. Визначення зміни рівня вільної поверхні рідини.
3. Визначення мінімального об'єму балону для зберігання певної кількості газу.
4. Побудова епюр гідростатичного тиску рідини для прямокутної ємності.
5. Визначення розмірів конусоподібної ємності для рідини.
6. Побудова епюр гідростатичного тиску рідини на нахилену плоску поверхню.
7. Визначення сили гідростатичного тиску рідини на нахилену плоску поверхню.
8. Визначення сили гідростатичного тиску рідини на циліндричну поверхню.
9. Визначення сили гідростатичного тиску рідини на криволінійну циліндричну поверхню.
10. Визначення розмірів поплавка-клапана.
11. Визначення об'ємних витрат рідини у трубопроводі.

12. Визначення швидкості витікання рідини через конічну насадку.
13. Визначення напору рідини на вході у трубопровід.
14. Визначення напору рідини для пропускання певних об'ємних витрат трубопроводом.
15. Визначення параметрів гідравлічного удару.
16. Визначення часу спорожнення циліндричного резервуару через малий донний отвір.
17. Визначення часу повного спорожнення водонапірної вежі.
18. Визначення висоти вертикального струменя.
19. Визначення напору для отримання вертикального струменя певної висоти.
20. Визначення напору для отримання нахиленого струменя певної висоти.

### **Політика викладання навчальної дисципліни**

1. Здобувач вищої освіти повинен на заняттях приймати активну участь в обговоренні навчальних питань, бути попередньо підготовленим за рекомендованою літературою до практичних та лабораторних занять, якісно і своєчасно виконувати всі завдання.
2. Здобувачі вищої освіти повинні сумлінно виконувати розклад занять з навчальної дисципліни. Пропуски заняття без уважної причини та запізнення на заняття недопустимі (здобувачі вищої освіти, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).
3. Без дозволу науково-педагогічного працівника неприпустимо користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття.
4. Здобувачі вищої освіти повинні чітко виконувати вимоги щодо термінів виконання поставлених завдань, захисту робіт, ліквідації заборгованостей. Невиконання вимог щодо термінів знижує максимальний бал (оцінку) за завдання на 30 %.
5. Здобувачі вищої освіти під час самостійного виконання завдань, а також на всіх заняттях та екзамені, повинні дотримуватися політики доброчесності. При виконанні індивідуальної самостійної роботи до захисту допускаються модульні контрольні роботи, які виконані лише за власним варіантом, виданим кожному здобувачеві окремо, містять не менше 60 % оригінального тексту при перевірці на плагіат.
6. Здобувачі вищої освіти мають право дізнатися про кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни або в електронному журналі успішності відповідної групи та вести власний облік цих балів.

### **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

#### **Література**

1. Освітньо-професійна програма вищої освіти «Техногенно-екологічна безпека» за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту

навколишнього середовища». (Розглянуто та затверджено вченою радою Національного університету цивільного захисту України протокол № 11 від 28 червня 2023 р.)

[https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya\\_diyalnosti/osvitni\\_programi/2023/183\\_TEV\\_bak23.pdf](https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2023/183_TEV_bak23.pdf)

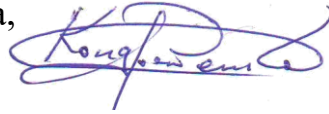
2. Вамболь С.О. Технічна механіка рідини і газу [Текст]: підручник / С.О. Вамболь, І.В. Міщенко, О.М. Кондратенко. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – 300 с.
3. Лаврівський, З.В. Технічна механіка рідин та газів: навчальний посібник [Текст] / З.В. Лаврівський, В.І. Мандрус. – Львів : Видавництво «СПОЛОМ», 2004. – 198 с.
4. Вамболь С.О. Дослідження гідравлічних струменів при створенні системи управління екологічною безпекою об'єктів підвищеного ризику / монографія / С.О. Вамболь, О.М. Кондратенко, І.В. Міщенко, В.Ю. Колосков. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2018. – 204 с.
5. Технічна механіка рідини і газу. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи здобувачів вищої освіти при вивченні дисципліни / Уклад. О.М. Кондратенко, В.Ю. Колосков, С.А. Горносталь, С.С. Душкін, О.М. Серікова, С.А. Коваленко. – Х.: НУЦЗ України, 2021. – 72 с.
6. Технічна механіка рідини та газу. Робочий зошит з виконання лабораторних робіт / О.М. Кондратенко, В.Ю. Колосков, С.А. Горносталь, С.С. Душкін, О.М. Серікова, С.А. Коваленко. – Х.: НУЦЗ України, 2021. – 48 с.
7. Кондратенко О.М. Врахування зміни напору при визначенні впливу нормативної точності виготовлення пожежного ствола на висоту підйому струменя води при забезпеченні техногенно-екологічної безпеки. / О.М. Кондратенко, І.В. Міщенко, Г.О. Чернобай. - науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека». – Х: НУЦЗ України, 2017. – Вип. 2. – С.27-34.
7. Вамболь С.О. Врахування зміни напору при визначенні впливу нормативної точності виготовлення пожежного ствола на дальність польоту струменя води / С.О. Вамболь, І.В. Міщенко, О.М., Кондратенко, О.В. Метельов // Проблеми пожежної безпеки. – 2016. – Вип. 40. – С. 57 – 65.
8. Міщенко І.В. Особливості експериментального визначення коефіцієнту опору повітря руху струменя води з ручного пожежного ствола / І.В. Міщенко, О.М. Кондратенко // Проблеми пожежної безпеки. – 2016. – Вип. 39. – С. 183 – 189.
9. Петухова О.А. Визначення ефективності використання пожежних кран-комплектів у висотній житловій будівлі. / О.А.Петухова, С.А. Горносталь, С.М. Щербак // Проблемы пожарной безопасности. – 2019. – Вип. 46. – С. 132-136.

**Розробник:**

професор кафедри  
прикладної механіки



та технологій захисту  
навколишнього середовища,  
д.т.н., доцент



Олександр КОНДРАТЕНКО