

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «СПЕЦІАЛЬНІ ПИТАННЯ ГІДРОГАЗОДИНАМІКИ»



Ступінь освіти	бакалавр
Спеціальність	144 Теплоенергетика
Освітня програма	Інжиніринг теплових процесів і систем
Тривалість викладання	весняний семестр (11, 12 чверті)
Кількість кредитів	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Заняття:	
лекції:	1 година
практичні:	2 година
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=2226>

Кафедра, що викладає теплового інжинірингу та енергетичних технологій



Викладач:

Шишко Юлія Вікторівна

Доцент, канд. техн. наук, доцент кафедри ТІЕТ

Персональна сторінка

<https://teet.nmu.org.ua/ua/aboutkaf/shishko.php>

E-mail:

Shyshko.Yu.V@nmu.one

1. Анотація до курсу

Дисципліна «Спеціальні питання гідрогазодинаміки» спрямована на формування у студентів глибоких знань і практичних навичок в аналізі та моделюванні складних процесів техніки рідин і газів, що мають критичне значення у сферах енергетики, аеродинаміки, хімічної техніки та суміжних галузей. Курс охоплює ключові методи розмірності та подоби, які дозволяють моделювати й інтерпретувати гідрогазодинамічні прояви на основі масштабних співвідношень і критичних параметрів техніки.

Студенти детально вивчають процеси, що відбуваються в умовах плоских дозвукових і надзвукових течій, зокрема динаміку розподілу тиску та швидкості, утворення й вплив ударних хвиль. Також курс охоплює специфіку витоку газів через сопла та отвори, визначення критичних режимів витікання та факторів, які впливають на стабільність та ефективність процесу.

Окремий розділ виділено двофазним та двокомпонентним потокам, що забезпечує розуміння поведінки та фази взаємодії в складних середовищах, а також

дозволяє студентам моделювати процеси змішування та фази розділення. Курс розвиває здатність до аналітичного мислення, навички розрахунку та проектування складних гідрогазодинамічних систем, а також готує студентів до вирішення практичних завдань і наукових досліджень у галузях, де поведінка рідини та газів виконує значущу роль.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, спрямованих на глибоке розуміння спеціальних аспектів гідрогазодинаміки, які стосуються складних течій рідин і газів у різних режимах. Курс покликаний ознайомити студентів з методами аналізу та моделювання течій у задачах, які охоплюють дозвукові та надзвукові процеси, витікання газу із сопел та отворів, а також двофазні та двокомпонентні потоки. Знання, набуті в межах курсу, спрямовані на підготовку до вирішення інженерних і наукових завдань у галузі енергетики, гідравліки, аеродинаміки та суміжних сфер.

Завдання курсу:

Навчити здобувачів вищої освіти:

- використовувати методи розмірності та подібності для аналізу та моделювання течій рідини і газів у різних гідрогазодинамічних задачах;
- виконувати розрахунки течій у дозвукових і надзвукових режимах;
- виконувати розрахунки витоку газів через сопла та отвори, зокрема, визначати критичні режими витоку та впливу різних факторів на динаміку витоку;
- вміти виконувати аналіз взаємодії фаз у двофазних і двокомпонентних потоках;
- використовувати математичні моделі для розрахунку та оптимізації параметрів гідрогазодинамічних процесів.

3. Результати навчання

Дисциплінарні результати навчання:

- розуміти основи методів розмірності та подоби у гідрогазодинаміці й використовувати ці методи для аналізу течії рідин і газів;
- знати принципи та математичні моделі плоских дозвукових і надзвукових течій рідини та газу, вміти обчислювати параметри цих течій;
- вміти обчислювати характеристики витоку газу з сопел та отворів та виявляти ключові фактори, що впливають на процес;
- вміти аналізувати поведінку систем із двома фазами чи компонентами та оцінювати їхні властивості.

4. Структура курсу

Вид заняття	Внесок в загальну оцінку, %
ЛЕКЦІЇ	
1. Методи розмірності та подоби у гідрогазодинаміці. Вибір визначальних параметрів. Фізична подоба та моделювання в гідрогазодинаміці. Коефіцієнти подоби. Критерії подоби та моделювання течій рідини.	10
2. Плоскі дозвукові течії рідини та газу. Потенційні течії. Приклади потенційних потоків. Основні теореми вихрової течії ідеальної рідини. Потенційний перебіг ідеальної рідини, що стискається.	10
3. Плоскі надзвукові течії газу. Характеристики у надзвуковому потоці. Центровані хвилі розрідження. Утворення та розрахунок стрибків ущільнення. Дисипація кінетичної енергії у стрибках ущільнення. Теплові стрибки.	10
4. Витік газу з сопел та отворів. Розрахунок і профільовання сопел, що звужуються. Витік газу з непрофільованих сопел та отворів. Друге критичне відношення тисків. Сопла, що звужуються, і отвори при змінних режимах. Надзвукові сопла. Надзвукові сопла за нерозрахункових умов. Реактивна сила.	15
5. Двофазні та двокомпонентні плинні. Структури двофазних потоків. Рівняння одновимірної течії з фазовими переходами. Подібність двофазних потоків. Спонтанна конденсація та конденсаційні стрибки при надзвукових швидкостях. Швидкість звуку та критичні параметри у двофазних потоках. Особливості структури двофазного прикордонного шару та розрахунок плівок. Дослідні характеристики двокомпонентного турбулентного шару на плоскій стінці. Рух крапель та додаткові втрати кінетичної енергії у двофазних потоках. Стрибки ущільнення в потоках вологої пари. Витік пари, що конденсується, і вологої пари з сопел і отворів.	15
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	
1. Вирішення практичних кейсів за темою «Критерії подоби та моделювання течій рідини»	8
2. Вирішення практичних кейсів за темою «Плоскі дозвукові течії рідини та газу»	8
3. Вирішення практичних кейсів за темою «Плоскі надзвукові течії газу»	8
4. Вирішення практичних кейсів за темою «Витік газу з сопел та отворів»	8

Вид заняття	Внесок в загальну оцінку, %
5. Вирішення практичних кейсів за темою «Двофазні та двокомпонентні плинні»	10
РАЗОМ	100

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення*

Використовуються мультимедійні матеріали, дистанційна платформа Moodle, платформа MS Teams, активований акаунт університетської пошти (student.i.p.@nmu.one) на Офіс 365.

6. Система оцінювання та вимоги

6.1 Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 6-го кваліфікаційного рівня НРК.

6.2 Критерії оцінювання поточної контрольної роботи

В курсі навчальної дисципліни передбачено **дві** поточних контрольних роботи, кожна з яких містить теоретичну та практичну частину.

Теоретична частина кожної з поточних контрольних робіт містить **20 тестових запитань**, кожне з яких оцінюється у 3 бали. Загалом за теоретичну частину контрольної роботи отримується максимум 60 балів.

Практична частина кожної з поточних контрольних робіт містить 4 завдання, з них: **2 тестових практичних завдання** (задачі), кожне з яких оцінюється у 8 балів (максимум 16 балів) та **2 практичних завдання** (задачі) **відкритого типу**, кожне з яких оцінюється у 12 балів (максимум 24 бали).

Практичне завдання (задача) **відкритого типу** при правильному вирішенні оцінюються в 12 балів, причому:

- 12 балів – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- 9 балів – відповідність еталону, без одиниць виміру або з помилками в розрахунках;
- 6 балів – незначні помилки у формулах чи графіках, без одиниць виміру;
- 3 бали – присутні суттєві помилки у рішенні;
- 0 балів – рішення не наведене.

Загалом за кожну поточну контрольну роботу отримується максимум **100 балів**.

Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни **на підставі поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів при виконанні кожної з поточних контрольних робіт складатиме **не менше 60 балів**. Підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни утворюється як середнє значення з оцінювання двох поточних контрольних робіт:

$$\bar{X} = 0,5 \cdot X_1 + 0,5 \cdot X_2,$$

де X_1 – оцінка за першу поточну контрольну роботу;

X_2 – оцінка за другу поточну контрольну роботу.

6.3 Критерії оцінювання підсумкової роботи.

У випадку, якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку проводиться **підсумкове оцінювання (диференційований залік)** під час тижня контрольних заходів.

Диференційований залік проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи. Білет включає запитання з усієї теоретичної та практичної частини курсу:

25 тестових завдань з чотирма варіантами відповідей, 1 правильна відповідь оцінюється у 2 бали (разом 50 балів).

2 відкритих питання, які оцінюються в 5 балів кожне (разом 10 балів),

4 практичних завдання (задачі) відкритого типу, які при правильному вирішенні оцінюються в 10 балів кожна (разом 40 балів), причому:

- 10 балів – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- 8 балів – відповідність еталону, без одиниць виміру або помилками в розрахунках;
- 5 балів – незначні помилки у формулах, без одиниць виміру;
- 3 бали – присутні суттєві помилки у рішенні;
- 1 бал – наведені формули повністю не відповідають еталону;
- 0 балів – рішення не наведене.

Отримані бали за відкриті та закриті відповіді та задачі додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за підсумковою роботою здобувач вищої освіти може набрати **100 балів**.

7. Політика курсу

7.1 Політика щодо академічної доброчесності.

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадкування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням

"Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка"

https://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (спісування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика.

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану корпоративну університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання.

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання підсумкового оцінювання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання.

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять.

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

7.6. Бонуси.

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни. За участь в анкетуванні та/або в науковій роботі, конференціях здобувач вищої освіти отримує **5 балів**.

8 Рекомендовані джерела інформації

Базові

1. Технічна механіка рідини і газу: підручник / С.О. Вамболь, І.В. Міщенко, О.М. Кондратенко. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – 300 с.
2. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка: підручник / О.М. Яхно, О.В. Узунов, О.Ф. Луговський та ін.; за ред. О.М. Яхна. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 711 с.

3. Гідрогазодинаміка. Монографія / Василенко С.М., Кулінченко В.Р., Шевченко О.Ю., Піддубний В.А. – К.: Кондор-Видавництво, 2018. – 676 с.
4. Гідроенергетика: підручник 135 – річчю Нац. техн. ун-ту «Харків. політехн. ін-т» присвячується. Т. 1 : Гідрогазодинаміка / Євген Сокол, Михайло Черкашенко, Олег Потетенко, Євгеній Крупа. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 271 с.
5. Гідрогазодинаміка. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика / В. М. Турик ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,91 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 145 с.
5. Гідрогазодинаміка. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 142 Енергетичне машинобудування, 143 Атомна енергетика, 144 Теплоенергетика / В. М. Турик ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,62 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 38 с.

Додаткові

6. Anderson, D., Tannehill, J.C., Pletcher, R.H., Munipalli, R., & Shankar, V. (2020). Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer (4th ed.). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9781351124027>
7. Bernard Grossman FUNDAMENTAL CONCEPTS OF REAL GASDYNAMICS. Lecture Notes No. 3, January 2000. – 114 p.
https://www.aoe.vt.edu/content/dam/aoe_vt_edu/programs/graduate/forms/lectnotes3-09All101812.pdf