

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ВОДОВІДЛИВНІ ТА ВЕНТИЛЯТОРНІ УСТАНОВКИ»



|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Ступінь освіти</b>        | бакалавр  |
| <b>Освітня програма</b>      | Гірництво   |
| <b>Тривалість викладання</b> | нормативний термін навчання 11, 12 чверть; скорочений термін навчання 7, 8 чверть |
| <b>Заняття:</b>              | Весняний семестр  |
| лекції:                      | 2 години  |
| лабораторні заняття:         | 1 година  |
| <b>Мова викладання</b>       | українська  |

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/enrol/index.php?id=2552>

Кафедра, що викладає Транспортних систем та енергомеханічних комплексів



## **Викладач:**

**Холоменюк Михайло Васильович**  
доцент, канд. техн. наук

## **Персональна сторінка**

<https://tst.nmu.org.ua/ua/dozent.php>

## **E-mail:**

[kholomeniuk.m.v@nmu.one](mailto:kholomeniuk.m.v@nmu.one)

## **1. Анотація до курсу**

Одним з факторів, що значно ускладнює ведення гірничих робіт у шахтах і кар'єрах, є те, що в абсолютній більшості випадків у гірничих виробках виділяється підземна вода. Це призводить до того, що гірничі роботи стають можливими лише за умови своєчасного та надійного водовідливу як із привибійного простору гірничих виробок, так і за межі гірничого підприємства в цілому. Отже, водовідлив – це невід'ємна складова частина технології видобутку корисних копалин і тому вміння правильно його організувати є необхідним як для гірничого інженера-технолога, так і для гірничого інженера-електромеханіка.

Виконання будь-яких робіт в підземних виробках можливе лише за умови безперервного та ефективного провітрювання виробок. Це завдання вирішується за допомогою вентиляторних установок різного призначення.

Крім того, що головні водовідливні та вентиляторні установки роблять можливою діяльність гірничих підприємств, вони відносяться до найбільш потужних споживачів електричної енергії на підприємстві – встановлена потужність приводів цих машин вимірюється сотнями й тисячами кВт. До того ж ці установки працюють

у тривалому режимі – вентиляторні установки цілодобово, а водовідливні – з невеликими перервами впродовж доби. З цього випливає очевидна вимога щодо забезпечення економічної роботи цих установок, за рахунок чого можна суттєво зменшити енерговитратність виробництва.

З огляду на це вміння правильно вибрати обладнання для водовідливних і вентиляторних установок та забезпечувати їх економічну, безпечну та надійну роботу є важливими професійними компетенціями гірничого інженера.

У рамках курсу викладено матеріали щодо будови, параметрів, властивостей і взаємного впливу структурних елементів нагнітальних установок, розглянуто принцип дії, основи теорії та властивості відцентрових і осьових лопатевих машин, які складають основу водовідливних і вентиляторних установок. Докладно розглянуті будова, властивості та умови нормальної експлуатації відцентрових насосів, відцентрових і осьових вентиляторів, включаючи методи регулювання режиму роботи цих установок, розглянуті методики розрахунку установок і вибору обладнання для них.

## 2. Мета та завдання курсу

**Мета дисципліни** – формування у майбутніх фахівців умінь і компетенцій щодо будови, теоретичних засад, розрахунку та організації економічної, надійної й безпечної експлуатації водовідливних і вентиляторних установок гірничих підприємств.

### Завдання курсу

- ознайомити здобувачів вищої освіти з загальною будовою, параметрами, властивостями та взаємним впливом структурних елементів нагнітальних установок;
- розкрити здобувачам вищої освіти принцип дії, основи теорії та властивості відцентрових і осьових лопатевих машин, які складають основу водовідливних і вентиляторних установок;
- навчити здобувачів вищої освіти виконувати експлуатаційні розрахунки нагнітальних установок;
- ознайомити здобувачів вищої освіти з будовою та властивостями відцентрових насосів;
- розкрити здобувачам вищої освіти умови нормальної експлуатації та методи регулювання режиму роботи насосних установок;
- навчити здобувачів вищої освіти виконувати розрахунки, вибирати обладнання та забезпечувати надійну, безпечну й економічну роботу водовідливних установок;
- ознайомити здобувачів вищої освіти з будовою, властивостями та умовами нормальної експлуатації відцентрових вентиляторів, методами регулювання режиму їхньої роботи та реверсування вентиляційного потоку;
- ознайомити здобувачів вищої освіти з будовою, властивостями та умовами нормальної експлуатації осьових вентиляторів, методами регулювання режиму їхньої роботи та реверсування вентиляційного потоку;
- навчити здобувачів вищої освіти виконувати розрахунки, вибирати обладнання та забезпечувати надійну, безпечну й економічну роботу вентиляторних установок.

### **3. Результати навчання**

Знати будову та вимоги до водовідливних і вентиляторних установок гірничих підприємств, будову та експлуатаційні властивості відцентрових насосів, відцентрових і осьових вентиляторів.

Вміти визначати параметри існуючих насосних і вентиляторних установок, забезпечувати їх безпечно, надійну та економічну експлуатацію.

Вміти розраховувати та вибирати обладнання для водовідливних і вентиляторних установок гірничих підприємств.

### **4. Структура курсу**

#### **ЛЕКЦІЇ**

#### **1. Основні відомості про установки для переміщення рідини**

- 1.1. Загальна будова та основні параметри насосних і вентиляторних установок.
- 1.2. Поняття про напірну характеристику нагнітача та характеристику зовнішньої мережі. Робоча точка нагнітальної установки.
- 1.3. Основне рівняння насосної установки.

#### **2. Зовнішня мережа насосної (вентиляторної) установки та її характеристика**

- 2.1. Загальне рівняння характеристики зовнішньої мережі нагнітальної установки.
- 2.2. Будова та гідравлічний опір зовнішньої мережі насосної установки, її рівняння та графік.
- 2.3. Зовнішня мережа головної вентиляторної установки шахти, її рівняння та графік.

#### **3. Основні положення теорії лопатевих нагнітачів**

- 3.1. Класифікація нагнітачів за призначенням та принципом дії.
- 3.2. Загальна будова та принцип дії лопатевого нагнітача. Відцентрові та осьові лопатеві нагнітальні машини.
- 3.3. Кінематика потоку в робочому колесі ідеальної відцентрової лопатевої машини, її параметри та характеристика, раціональна форма лопатей робочого колеса. Теоретична та дійсна відцентрові машини та їх напірні характеристики.
- 3.4. Кінематика потоку в робочому колесі ідеальної осьової лопатевої машини, її параметри та характеристика.

#### **4. Експлуатаційні розрахунки лопатевих нагнітальних установок**

- 4.1. Експлуатаційна особливість лопатевої нагнітальної машини при її роботі на зовнішню мережу.
- 4.2. Експлуатаційні характеристики лопатевих нагнітачів та загальний порядок визначення параметрів роботи нагнітальної установки.
- 4.3. Робоча зона лопатевого нагнітача та його номінальні параметри.

#### **5. Використання методів теорії подібності фізичних явищ для аналізу роботи лопатевих машин**

- 5.1. Типова (безрозмірна) характеристика серії геометрично подібних лопатевих машин.
- 5.2. Закони подібності лопатевих машин.
- 5.3. Рівняння пропорційності лопатевих машин та методика їх використання для визначення параметрів роботи нагнітальної установки в разі зміни частоти обертання вала машини.
- 5.4. Коефіцієнт швидкохідності лопатевих машин та їх класифікація.

## **6. Сумісна робота лопатевих машин на спільну зовнішню мережу**

6.1. Загальний порядок визначення параметрів роботи агрегату з кількох одночасно працюючих на спільну зовнішню мережу лопатевих машин.

6.2. Паралельна робота лопатевих машин – причини використання та основні закономірності.

6.3. Послідовна робота лопатевих машин – причини використання, основні закономірності, умови використання.

## **7. Відцентрові насоси**

7.1. Допустима висота всмоктування. Кавітація в насосах та її попередження.

7.2. Осьовий тиск у відцентрових насосах та способи його врівноважування.

7.3. Основні конструкції насосів та області їх використання.

7.4. Порядок вибору насоса для водовідливної установки шахти.

## **8. Умови нормальної експлуатації відцентрових насосів**

8.1. Необхідність заливки насосів та методи її виконання.

8.2. Регулювання режиму роботи насосних установок.

8.3. Перехідні режими роботи насосних установок. Порядок пуску та зупинки відцентрових насосів.

8.4. Гідравлічний удар у насосних установках та шляхи його запобігання.

## **9. Вентиляторні установки**

Загальна будова, особливості та основні вимоги до головної вентиляторної установки шахти.

## **10. Відцентрові вентилятори**

Загальна будова, експлуатаційні характеристики, межі робочої зони, методи регулювання режиму роботи, реверсування повітряного потоку..

## **11. Осьові вентилятори**

Загальна будова, експлуатаційні характеристики, межі робочої зони, методи регулювання режиму роботи, реверсування повітряного потоку, реверсивні вентилятори.

## **12. Порядок розрахунку головної вентиляторної установки шахти.**

# **ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ**

**1. Вивчення загальної будови та вимог до головної водовідливної установки шахти, методика вибору труб.**

**2. Експлуатаційні випробування відцентрового насоса.**

**3. Вивчення конструкцій відцентрових насосів.**

**4. Вивчення конструкцій відцентрових вентиляторів**

**5. Вивчення конструкцій осьових вентиляторів**

**6. Вивчення методики розрахунку головної вентиляторної установки шахти**

## 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

| № роботи | Назва роботи   | Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи |
|----------|--|--|
| 1        | Вивчення загальної будови та вимог до головної водовідливної установки шахти, методика вибору труб | Креслення, плакати, нормативні документи   |
| 2        | Експлуатаційні випробування відцентрового насоса   | Лабораторна насосна установка  |
| 3        | Вивчення конструкцій відцентрових насосів  | Лабораторні макети, схеми, креслення, плакати  |
| 4        | Вивчення конструкцій відцентрових вентиляторів   | Лабораторні макети, схеми, креслення, плакати  |
| 5        | Вивчення конструкцій осьових вентиляторів  | Лабораторні макети, схеми, креслення, плакати  |
| 6        | Вивчення методики розрахунку головної вентиляторної установки шахти                                | Креслення, плакати, нормативні документи   |

## 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           |
| 75-89            | добре              |
| 60-74            | задовільно         |
| 0-59             | незадовільно       |

**6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати підсумкову оцінку з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.**

Максимальне оцінювання:

| Теоретична частина | Лабораторна частина       |                             | Бонус | Разом      |
|--------------------|---------------------------|-----------------------------|-------|------------|
|                    | При своєчасному складанні | При несвоєчасному складанні |       |            |
| 66                 | 30                        | 20                          | 4     | <b>100</b> |

Лабораторні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи.

Теоретична частина оцінюється за результатами задачі контрольної тестової роботи, яка містить 20 запитань, з яких 18 – прості тести (1 правильна відповідь), 2 задачі.

### 6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи

**18 тестових завдань** з чотирма варіантами відповідей, **1** правильна відповідь оцінюється у **3 бали (разом 54 бали)**. Опитування за тестом проводиться з використанням технології Microsoft Forms Office 365.

Задачі наводяться також у системі Microsoft Forms Office 365. Вирішена на папері задача сканується (фотографується) та відсилається на електронну пошту викладача впродовж часу, відведеного на задачу теоретичної частини. Несвоєчасно вислана відповідь враховується такою, що не здана.

Правильно вирішена **задача** оцінюється в 5 балів, причому:

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

### 6.4. Критерії оцінювання лабораторної роботи

З кожної лабораторної роботи здобувач вищої освіти отримує 5 запитань з переліку контрольних запитань. Кількість вірних відповідей визначають кількість отриманих 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 (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо акаде-

мічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". [http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us\\_documents/System\\_of\\_prevention\\_and\\_detection\\_of\\_plagiarism.pdf](http://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 (списування, 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 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 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 здобувачам 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 «Водовідливні та вентиляторні установки». За участь у анкетуванні здобувач вищої освіти отримує **4 бали**.

## **8 Рекомендовані джерела інформації**

1. Холоменюк М.В. Водовідливні та вентиляторні установки: підручник / М.В. Холоменюк. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2022. – 320 с.
2. Холоменюк М.В. Насосні та вентиляторні установки: навчальний посібник / М.В. Холоменюк. – Дніпропетровськ: НГУ, 2005. – 330 с.

3. Правила безпеки у вугільних шахтах. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0398-10>
4. Холоменюк М.В. Методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань бакалаврами спеціальності 184 Гірництво за дисципліною «Водовідливні та вентиляторні установки» [Електронний ресурс] / М.В. Холоменюк; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – Дніпро: НГУ, 2017. – 74 с.
5. Водовідливні та вентиляторні установки. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи студентами спеціальності 184 Гірництво освітньої програми „Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств“ [Електронний ресурс] / М.В. Холоменюк; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Електрон. текст. дані. – Дніпро: НТУ „ДП“, 2019. – 44 с.
6. Водовідливні та вентиляторні установки. Методичні рекомендації до експлуатаційних випробувань відцентрового насоса студентами спеціальності 184 Гірництво освітньої програми „Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств“ [Електронний ресурс] / М.В. Холоменюк; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Електрон. текст. дані. – Дніпро: НТУ „ДП“, 2021. – 15 с.
7. Водовідливні та вентиляторні установки. Методичні рекомендації до розрахунку гідравлічного удару в головній водовідливній установці шахти студентами спеціальності 184 Гірництво освітньої програми „Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств“ [Електронний ресурс] / М.В. Холоменюк, Є.О Кириченко; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Електрон. текст. дані. – Дніпро: НТУ „ДП“, 2019. – 33 с.
8. Водовідливні та вентиляторні установки. Методичні рекомендації до розрахунку головної вентиляторної установки шахти студентами спеціальності 184 Гірництво освітньої програми „Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств“ [Електронний ресурс] / М.В. Холоменюк, Ю.О. Комісаров; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Електрон. текст. дані. – Дніпро: НТУ „ДП“, 2019. – 42 с.