

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«АНАЛІЗ І РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ**  
**НА ЕТАПІ ПРОЄКТУВАННЯ»**



<b>Ступінь освіти</b>	магістр
<b>Освітні програми</b>	Гірничі машини та комплекси Технології віртуальної та доповненої реальності у машинобудуванні
<b>Тривалість викладання</b>	2-й семестр 2024-2025 н.р.
<b>Заняття:</b>	
лекції	1 година
практичні	2 години
<b>Мова викладання</b>	українська
<b>Кафедра, що викладає</b>	Інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»

<https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=5801>

**Консультації:** за окремим розкладом, погодженим із здобувачами вищої освіти

**Онлайн-консультації:** [antsyferov.o.v@nmu.one](mailto:antsyferov.o.v@nmu.one); команда в MS Teams

**Інформація про викладача:**

	<b>Анциферов Олександр Володимирович,</b> доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, с.н.с., доцент, кандидат технічних наук
	<b>Персональна сторінка:</b> <a href="http://gmi.nmu.org.ua/ua/kadrj/antsyferov/antsyferov.php">http://gmi.nmu.org.ua/ua/kadrj/antsyferov/antsyferov.php</a>
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:antsyferov.o.v@nmu.one">antsyferov.o.v@nmu.one</a>

**1. Анотація до курсу**

*Наука про надійність техніки* вивчає закономірності зміни показників працездатності об'єктів машинобудування з часом, фізичну природу відмов. На підставі цих досліджень розробляються методи розрахунку, конструювання та виготовлення, що забезпечують задану довговічність і безвідмовність роботи машин з мінімальними витратами часу та коштів.

Гірничодобувна і гірничозбагачувальна галузі промисловості внаслідок своєї специфіки мають відмінні від загального машинобудування вимоги не тільки до показників призначення створюваних для них машин, а також відповідну класифікацію відмов, що склалася внаслідок особливостей підземної технології видобутку корисних копалин та стислих умов експлуатації машин, видобувних комплексів і агрегатів. Особливу увагу буде приділено конструктивним способам запобігання появі небезпечних відмов.

У рамках курсу буде викладено фізичні причини виходу з ладу різних деталей машин, сформульовано кількісні показники, що дозволяють вимірювати надійність технічних об'єктів. Особлива увага приділена експлуатаційній надійності видобувних комплексів і агрегатів, що пов'язана з показниками безвідмовності та комплексними. Ви ознайомитесь із закономірностями зміни в часі надійності машин, функції їх інтенсивності відмов у залежності від діючого навантаження та відповідним методам розрахунку. Розглянете структурні схеми з'єднання елементів машин і комплексів, що застосовують для оцінки їх надійності, та аналіз структурних станів видобувних і збагачувальних комплексів, а також вплив системи відновлення устаткування на його експлуатаційну надійність. На практичних заняттях навчитесь виконувати перелічені вище розрахунки, що використовуються на виробництві.

## 1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ КУРСУ

**Мета дисципліни** – формування компетентностей щодо фізичних причин відмов машин і комплексів, кількісних показників, що використовують для вимірювання їх важливіших складових надійності, закономірностей зміни в часі зазначених показників надійності від конструктивних параметрів технічних об'єктів і експлуатаційних факторів.

### **Завдання курсу:**

- ознайомити здобувачів вищої освіти з методикою визначення показників надійності машин і комплексів за наслідками випробувань;
- Розуміти вплив призначення та умов експлуатації машини на вибір для неї нормованих показників надійності при проектуванні;
- опанувати розрахунок експлуатаційної надійності технологічних комплексів на етапі проектування;
- навчити розраховувати довговічність машин на етапі проектування;
- навчити на підставі паспортних даних видобувних і збагачувальних технологічних комплексів і заданих умов експлуатації за допомогою методу структурного аналізу схеми з'єднання елементів наданого об'єкту оцінювати його показники експлуатаційної надійності.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Робоча програма дисципліни «Аналіз і розрахунок надійності на етапі проектування» передбачає наступні результати навчання:

- Визначати показники надійності гірничого устаткування на підставі даних про закони розподілу ресурсів базових деталей машин
- Визначати терміни безвідмовної роботи комплексів, відновлення їх працездатного стану та зберігання
- Визначати вид потоку відмов елементів машин при експлуатації та раціональну кількість запасних частин на певний період
- Складати структурні схеми з'єднання елементів машин і комплексів для аналізу їх надійності
- Визначати засоби структурного резервування устаткування та забезпечення надійності систем, що відбудовуються в процесі експлуатації
- Визначати раціональну кількість запасних частин до машин і устаткування, що використовується на видобувній ділянці на певний період експлуатації

## 4 СТРУКТУРА КУРСУ

### ЛЕКЦІЇ

- 1. Фізичні засади та визначення в галузі надійності машин і комплексів**
  - 1.1 Передмова. Тертя, утомленість деталей машин
  - 1.2 Об'єкт при розрахунку надійності та його можливі стани. Поняття відмови, пошкодження та відбудовування технічних об'єктів у стислих умовах підземного видобутку корисних копалин
  - 1.3 Властивість надійності та її складові: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість
  - 1.4 Класифікація відмов елементів машин, видобувних комплексів і агрегатів
- 2. Теореми теорії ймовірностей, що використовують при розрахунку надійності технічних об'єктів**
  - 2.1 Теореми складання ймовірностей
  - 2.2 Теорема добутку ймовірностей, формула повної ймовірності
  - 2.3 Теореми з повторення дослідів, що використовують при визначенні безвідмовності елементів гірничого устаткування
- 3. Закони розподілу дискретних випадкових величин, що використовуються в надійності**
  - 3.1 Біноміальний закони розподілу дискретних випадкових величин
  - 3.2 Закон Пуасона
  - 3.3 Потоки відмов елементів машин і характерний вигляд їх функції інтенсивності відмов
- 4. Закони розподілу безперервних випадкових величин, що використовують у теорії надійності**
  - 4.1 Нормальний розподіл, що використовують для опису довговічності механізованого кріплення
  - 4.2 Логарифмічно-нормальний розподіл для опису розсіювання часу відновлення працездатного стану видобувних комплексів
  - 4.3 Гама-розподіл, за яким визначають ресурси вибійних конвеєрів у нестабільних умовах експлуатації
  - 4.4 Визначення гама-процентного та середнього ресурсу вугільних комбайнів за допомогою розподілу Вейбула
  - 4.5 Визначення наробітку на відмову видобувних комплексів за допомогою експоненціального розподілу випадкових величин
- 5. Показники надійності машин і комплексів**
  - 5.1 Показники безвідмовності
  - 5.2 Показники довговічності
  - 5.3 Показники ремонтпридатності
  - 5.4 Показники збереженості
  - 5.5 Комплексні показники надійності
  - 5.6 Перелік нормованих показників надійності для машин
  - 5.7 Комплексні показники надійності, що переважно застосовують для видобувних комплексів і агрегатів
  - 5.8 Вибір критеріїв відмов і граничних станів гірничого устаткування
- 6. Складання структурних схем з'єднання елементів машин і комплексів для аналізу їх надійності, визначення засобів їх структурного резервування**
  - 6.1 Класифікація схем з'єднання елементів машин і комплексів при аналізі їх надійності

- 6.2 Аналіз структурних станів і визначення надійності роботи гірничого устаткування
- 6.3 Види структурних в'язків машин і їх вплив на надійність спільної роботи
- 6.4 Особливості структурного резервування видобувного устаткування. Навантажувальне та динамічне резервування
- 6.5 Надійність видобувних комплексів і агрегатів, що відбудовуються в процесі експлуатації

## ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

- 1. Рішення задач з контролю якості продукції машинобудування**
- 2. Рішення задач надійності з використанням теорем теорії ймовірностей**
  - 2.1 Використання теореми складання ймовірностей і теореми добутку ймовірностей для рішення задач надійності машин
  - 2.2 Використання формули повної ймовірності для рішення задач надійності машин
  - 2.3 Використання теорем з повторення дослідів для рішення задач надійності машин
- 3. Рішення задач надійності машин з використанням законів розподілу випадкових величин**
  - 3.1 Визначення виду потоку відмов елементів машин при експлуатації та раціональної кількості запасних частин на певний період експлуатації
  - 3.2 Використання нормального закону розподілу випадкових величин для визначення показників довговічності та збереженості машин
  - 3.3 Використання гама – розподілу для визначення показників довговічності машин
  - 3.4 Використання розподілу Вейбула для визначення показників довговічності машин
  - 3.5 Використання експоненціального закону розподілу для визначення показників безвідмовності машин
  - 3.6 Рішення задач з визначення показників ремонтпридатності машин і комплексних показників надійності гірничого устаткування
- 4. Рішення задач із структурного аналізу машин, комплексів і відділень збагачувальних фабрик**
  - 4.1 Визначення показників експлуатаційної надійності видобувних комплексів і агрегатів на підставі паспортних
  - 4.2 Визначення показників експлуатаційної надійності відділень збагачувальних фабрик на підставі паспортних даних про надійність застосованих технологічних машин і апаратів

## 5 СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИМОГИ

**5.1. 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

**5.2** 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	Практична частина		Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні	
60	40	30	<b>100</b>

Лабораторні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи.

Теоретична частина оцінюється за результатами здачі контрольної тестової роботи, яка містить 20 запитань, з яких 17 – прості тести (1 правильна відповідь), 3 задачі.

### **5.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи**

Підсумковий контроль здійснюється шляхом написання підсумкової роботи, що містить сформульовану практичну ситуацію, яка може скластися при проектуванні чи експлуатації машин і потребує здійснити відповідний розрахунок стосовно його надійності. Білет містить 9 запитань серед яких 5 теоретичних тестових питань і три потребують відповідних розрахунків. напроти кожного питання зазначено його коефіцієнт вагомості. Сума коефіцієнтів складає одиницю, тобто 100 балів.

## **6. Політика курсу**

### **6.1. 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 академічної 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.

### **6.2. Комунікаційна політика**

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

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

### **6.3. 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).

### **6.4 Політика щодо оскарження оцінювання**

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

### **6.5. 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 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

- 1 Запара Є. С. Надійність машин і комплексів: підруч. / Є.С. Запара : Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 101 с. – Режим доступу : [Надійність МК. Підручник.pdf \(nmu.org.ua\)](#) (дата звернення 01/08/2023) – Назва з екрана.
- 2 Канарчук В.Є., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин: Підручник для студентів напряму „Інженерна механіка”. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.
- 3 Грабар І.Г. Основи надійності машин. Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 1998. – 298 с.
- 4 Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Надійність та довговічність обладнання» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування за освітньо-професійною програмою Галузеве машинобудування / укл. Бельмас І.В. – Кам’янське: ДДТУ, 2017 р. – 38 с.
- 5 Державний стандарт України: ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення» –75 с.
- 6 Барнік М.А., Афтаназів І.С., Сівак Ш.О. Технологічні методи забезпечення надійності деталей машин К.: КИ, 2004 – 148 с.
- 7 Методичні вказівки до самостійної роботи «Визначення параметричних оцінок показників довговічності гірничого устаткування» / Є. С. Запара – Дніпропетровськ: НГА України, 2000. –15 с. (Розміщено в команді АРНЕП Teams).
- 8 Пакет індивідуальних завдань з розрахунку параметричних оцінок показників безвідмовності й довговічності гірничого устаткування для проведення практичних занять / Є. С. Запара – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – 20 с. (Розміщено в команді АРНЕП Teams).