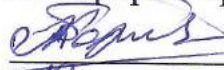


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний авіаційний університет**  
**Аерокосмічний факультет**  
**Кафедра прикладної механіки та інженерії матеріалів**

ПОГОДЖЕНО

В.о. проректора з наукової роботи

 Олександр КОРЧЕНКО

«19» 03 2024 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з навчальної роботи

 Анатолій ПОЛУХІН

«20» 03 2024 р.



УЗГОДЖЕНО

Декан АКФ

 Микола КУЛИК

«18» 03 2024 р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**  
**«Триботехніка та основи надійності машин»**

Галузь знань 13 Механічна інженерія  
 Спеціальність: 131 Прикладна механіка  
 Освітньо-наукова програма: Прикладна механіка

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів ECTS)	Лекції	Практ. заняття	Лабораторні	Самостійна робота	ДЗ / РГР / К	КР / КПр	Форма сем. контролю
Очна	2	90 / 3	10	20	-	60	-	-	екзамен 2с
Заочна	2	90 / 3	6	4	-	80	-	-	екзамен 2с

Індекс: НДФ - 1 - 131 / 22 -1.3.3

Індекс: НДФ - 1 – 131з / 22 -1.3.3

СМЯ НАУ РП 07.07.01-02-2024



Робочу програму навчальної дисципліни «Триботехніка та основи надійності машин» розроблено на основі освітньої програми та навчальних планів № НДФ - 1 - 131/22, № НДФ - 1 - 131з/22 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», освітньо-наукова програма «Прикладна механіка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробила:  
завідувач кафедри прикладної  
механіки та інженерії матеріалів

Оксана МІКОСЯНЧИК

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 131 «Прикладна механіка» (освітньо-наукова програма «Прикладна механіка») – кафедри прикладної механіки та інженерії матеріалів, протокол № 14 від «20» 12 2023р.

Завідувач кафедри

Оксана МІКОСЯНЧИК

Гарант освітньо-наукової програми

Мирослав КІНДРАЧУК

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради Аерокосмічного факультету, протокол № 7 від «13» 03 2024р.

Заст. голови НМРР

Михайло СВИРИД

УЗГОДЖЕНО

Завідувач аспірантури та докторантури

Лелеченко ЛЕЛЕЧЕНКО

«18» 03 2024 р

Рівень документа – 36

Плановий термін між ревізіями – 1 рік


Контрольний примірник



## ЗМІСТ

Сторінка

<b>Вступ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Пояснювальна записка.....</b>	<b>4</b>
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.....	4
1.2. Результати навчання.....	4
1.3. Компетентності.....	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки .....	5
<b>2. Програма навчальної дисципліни .....</b>	<b>5</b>
2.1. Зміст навчальної дисципліни.....	5
2.2. Структурування та інтегровані вимоги.....	5
2.3. Тематичний план .....	8
2.4. Перелік питань для підготовки до екзамену ( ЗФН) .....	8
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни.....</b>	<b>9</b>
3.1. Методи навчання.....	9
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна).....	10
3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті.....	10
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь .....</b>	<b>11</b>
<b>Аркуш поширення</b>	

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Триботехніка та основи надійності машин»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.07.01-02-2024
		стор. 4 з 14	

## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Триботехніка та основи надійності машин» розробляється на основі «Методичних рекомендацій щодо розроблення робочих програм навчальних дисциплін з підготовки здобувачів ступеня доктора філософії», затверджених наказом ректора від 01.06.2021 № 321/од, та відповідних нормативних документів.

### 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

#### 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни

Дана дисципліна є теоретичною основою сукупності знань, що вдосконалюють і поглиблюють інженерну підготовку у фахівця галузі в області дослідження надійності та прогнозування ресурсу технічних систем; вирішення прикладних питань інтенсивності зношування матеріалів триботехнічного призначення та підвищення терміну їх експлуатації; вибору застосування триботехнічних матеріалів для деталей машин; формують комплексний підхід фахівця в галузі механічна інженерія з питань кінетики протікання процесів тертя та зношування в триботехнічних системах, оцінки надійності сучасних технічних систем, їх діагностики порушень і аварійних ситуацій.

**Метою** викладання дисципліни є формування систематичних знань, умінь і навичок для здійснення професійно-наукової діяльності за спеціальністю з урахуванням основних положень теорії надійності технічних систем на основі оцінки їх надійності з урахуванням режимів експлуатації, ступеня зношування, модернізації. Формування у слухачів навичок застосування на практиці основних положень теорії тертя та зношування щодо прогнозування надійності технічних систем, при експлуатації яких можлива імовірність виникнення відмов.

**Завданнями** вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами планування та постановки експериментальних досліджень;
- оволодіння основними фізико-хімічними закономірностями, які протікають в фрикційному контакті;
- ознайомлення з основними поняттями та показниками надійності технічних систем, методами її моделювання та оцінки безвідмовної роботи машин та механізмів;
- опанування основними методами визначення триботехнічних параметрів вузла тертя, методиками розрахунково-аналітичних залежностей та регресійного аналізу масиву експериментальних даних;
- ознайомлення з заходами щодо вибору матеріалів триботехнічного призначення залежно від навантажувально-швидкісних та температурних чинників та опанування здатністю використовувати методи розрахунків елементів технологічного обладнання за критеріями працездатності і надійності.

#### 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

Дана дисципліна дозволяє надати аспірантам теоретичні знання та сформувати у них практичні вміння і навички:

- застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та / або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи (ПР06);
- розробляти та реалізовувати наукові та / або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та / або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми трибології з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів (ПР07).





### 1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен набути наступні фахові компетентності:

- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК02);
- здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності (СК03);
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру відповідно до сучасного наукового дискурсу в сфері трибології, моделювати відповідні об'єкти досліджень, математично обробляти дані, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень (СК05);

здатність аналізувати масиви наукових даних, знаходити рішення, які дозволять розв'язати поставлені наукові чи/або прикладні завдання; розробляти теоретичні і практичні рекомендації щодо вибору і реалізації режиму роботи трибосистеми (СК11);

здатність використовувати основні теорії і практики в галузі трибології, знання основних тенденцій та наукових проблем в області підвищення зносостійкості і надійності деталей трибовузлів об'єктів машинобудування (СК12).

**1.4. Міждисциплінарні зв'язки:** дана дисципліна базується на знаннях дисципліни «Триботехнічні матеріали і методи підвищення зносостійкості» та є базовою для вивчення навчальних дисциплін: «Обладнання і методи трибологічних досліджень», «Наукові та інноваційні завдання і проблеми прикладної механіки», вибіркового дисциплін, проведення науково-дослідної роботи і оформлення дисертації аспірантом.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни є логічно завершеною, самостійною, цілісною частиною навчального плану, засвоєння якої передбачає проведення семестрової контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

### 2.2. Структурування та інтегровані вимоги

У результаті засвоєння навчального матеріалу «Триботехніка та основи надійності машин» здобувач повинен:

#### Знати:

- методи планування та постановки експериментальних досліджень;
- основні фізико-хімічні закономірності, які протікають у фрикційному контакті;
- головні поняття та показники надійності технічних систем, методи її моделювання та оцінювання безвідмовної роботи машин та механізмів;
- основні методи визначення триботехнічних параметрів вузла тертя;
- заходи щодо вибору матеріалів триботехнічного призначення залежно від навантажувально-швидкісних та температурних чинників.

#### Вміти :

- самостійно розв'язувати комплексні проблеми в галузі дослідницько-інноваційної діяльності у сфері розроблення нових та вдосконалення існуючих методів і методик трибологічних досліджень і випробувань конструкційних матеріалів різного експлуатаційного призначення;
- самостійно аналізувати та пояснювати закономірності протікання фізико-хімічних процесів в фрикційному контакті;
- самостійно аналізувати масиви наукових даних щодо зносу та мікротвердості контактних поверхонь, режиму мащення трибосистеми, довговічності вузлів тертя, знаходити рішення, які дозволять розв'язати поставлені прикладні завдання щодо подовження ресурсу трибосистеми;



- демонструвати навички роботи з сучасним обладнанням при вимірюванні та обробці результатів досліджень, при розрахунку надійності технічних систем з урахуванням їх структури і старіння елементів;

- самостійно вміти аргументувати вибір методів розв'язування науково-прикладної задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення щодо розрахунків надійності і працездатності елементів технічних систем та вибору оптимального варіанту резервування з метою підвищення надійності технічних систем.

### **Тема 1. Введення в дисципліну. Види тертя в вузлах машин.**

Актуальні завдання трибології і триботехніки. Трибологічні системи. Місце і роль триботехніки в процесах виготовлення та експлуатації машин і устаткування. Уявлення про природу взаємодії тіл при терті. Контактна взаємодія твердих тіл при терті. Визначення сил і коефіцієнтів зовнішнього тертя. Метал та його поверхня.

### **Тема 2. Властивості мастильних матеріалів.**


Класифікація та експлуатаційні властивості мастильних матеріалів. Компоненти мастильних матеріалів. Базові оливи і вплив фракційного складу на їх фізико-хімічні і триботехнічні показники. Функціональні присадки. Антифрикційні добавки. Основні характеристики твердих змащувальних матеріалів. Мастила. Мастильні матеріали і системи мащення. Вибір мастильних матеріалів за експлуатаційним призначенням, способу подачі до поверхні тертя. Реологічні характеристики мастильних матеріалів і закономірності їх зміни при експлуатації. Підвищення зносостійкості матеріалів і деталей шляхом вибору мастильних матеріалів з поліфункціональними присадками і добавками.

### **Тема 3. Зміна виду руйнування поверхонь в залежності від режимів експлуатації. Характеристика видів зношування.**

Кінетика руйнування поверхневого шару. Фактори, що впливають на зношування конструкційних матеріалів. Механізм зношування деталей і робочих органів машин. Системний аналіз стосовно зміни основних триботехнічних параметрів вузлів тертя при експлуатації. Визначення основних триботехнічних показників. Випробувальна техніка для трибологічних досліджень. Класифікація видів зношування. Основні поняття і визначення. Теоретичні основи руйнування поверхонь тертя. Вимоги державних стандартів до якісних і кількісних характеристик зношування. Класифікація зносостійкості матеріалів триботехнічного призначення. Характеристика абразивного, гідроабразивного і кавітаційного зношування деталей і робочих органів машин. Втомне зношування. Корозійно-механічне зношування. Зношування при схоплюванні. Фреттинг-корозія. Водневе зношування. Зношування при виборчому перенесенні.

### **Тема 4. Технологічні методи підвищення зносостійкості деталей вузлів тертя.**

Вибір технологічного процесу. Формування оптимальної топографії поверхні. Обробка деталей поверхневим пластичним деформуванням. Нанесення захисного покриття. Опромінення потоками енергії високої густини. Термічна обробка робочих поверхонь деталей (поверхневе загартування). Хіміко-термічна обробка поверхонь. Гальванічні покриття поверхонь деталей. Електроіскрове та електродугове зміцнення поверхонь. Експлуатаційні методи. Обкатування машин та механізмів. Змащування вузлів тертя. Вибір режиму роботи і умов експлуатації. Іженерія високостійких поверхневих шарів триботехнічного призначення (встановлення закономірностей метастабільних фазових і структурних перетворень в металевих, керамічних системах з метою розробки основ структурної інженерії формування функціональних властивостей поверхневих шарів.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Триботехніка та основи надійності машин»	Шифр документа	СМЯНАУ РП 07.07.01-02-2024
		стор. 7 з 14	

### **Тема 5. Триботехнічні конструкційні матеріали для деталей машин.**

Вибір матеріалів трибосистем з урахуванням теорії сумісності. Металеві, порошкові композиційні, полімерні і металополімерні матеріали. Розташування матеріалів по твердості у парах тертя. Перспективні композиційні матеріали на основі інтерметалідів систем Ni-Al, Ni-Ti, Ti-Al, Fe-Al для захисту та відновлення деталей авіаційної, автомобільної та гідроенергетичної промисловості.

### **Тема 6. Основні вихідні поняття і визначення надійності технічних систем. Поняття відмови, аварії, катастрофи.**

Надійність як комплексна властивість технічного стану об'єкта (приладу, пристрою, машини, системи). Абсолютні та відносні зміни показників якості технічної системи у часі. Задача надійності, пов'язана з прогнозуванням, на етапах проектуванні і розрахунку, при виготовленні (виробництві) та при експлуатації технічної системи. Система стандартів «надійність в техніці». Основні поняття, терміни та визначення властивостей надійності. Основні види технічного стану об'єктів: справний та несправний стани, роботоздатний та нероботоздатний стани, граничний стан. Поняття відмови, пошкодження та дефекту технічної системи. Номенклатура і класифікація показників надійності.

### **Тема 7. Показники надійності механічних систем.**

Показники безвідмовності невідновлюваних об'єктів. Показники безвідмовності відновлюваних об'єктів. Показники безвідмовності: ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови; їх переваги та недоліки, особливості застосування, способи визначення показників. Показники довговічності. Показники ремонтпридатності. Показники збереженості. Комплексні показники надійності (коефіцієнт технічного використання, коефіцієнт готовності та коефіцієнт оперативної готовності).

### **Тема 8. Надійність роботи об'єктів до першої відмови. Надійність відновлюваних об'єктів.**

Джерела і причини зміни вихідних параметрів об'єктів. Закони стану, старіння та перетворення, статистичні закони та перехідні процеси. Класифікація відмов. Поступові (зносні), раптові та складні відмови. Відмови функціонування та параметричні відмови. Фактичні та потенційні відмови. Допустимі та недопустимі відмови. Вплив трибологічних процесів на відмови механічних систем.

### **Тема 9. Основні математичні моделі оцінки надійності.**

Нормальний розподіл (розподіл Гауса). Розподіл Вейбулла. Експоненціальний розподіл. Розподіл Релея. Критерії згоди.

### **Тема 10. Надійність складних систем. Основні завдання практичної теорії надійності.**

Системи як об'єкт надійності і їх основні властивості. Розрахунок надійності систем з розчленованою структурою. Резервування як метод забезпечення надійності технологічних систем на стадії їх створення. Схема послідовного з'єднання елементів. Способи резервування об'єктів (загальне та роздільне резервування, постійне резервування та резервування заміщенням, облешений резерв). Застосування резервування в механічних системах.



### 2.3. Тематичний план

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)								
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Практ. заняття	СР	Усього	Лекції	Практ. заняття	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>«Триботехніка та основи надійності машин»</b>										
1.1	Введення в дисципліну. Види тертя в вузлах машин.	<b>2 семестр</b>				<b>2 семестр</b>				
		8	-	2	6	7		-	7	
1.2	Властивості мастильних матеріалів.	9	2	2	5	9	2	-	7	
1.3	Зміна виду руйнування поверхонь в залежності від режимів експлуатації. Характеристика видів зношування.	10	2	2	6	9	-	2	7	
1.4	Технологічні методи підвищення зносостійкості деталей вузлів тертя.	7	-	2	5	7	-	-	7	
1.5	Триботехнічні конструкційні матеріали для деталей машин.	10	2	2	6	9	2	-	7	
1.6	Основні вихідні поняття і визначення надійності технічних систем. Поняття відмови, аварії, катастрофи.	7	-	2	5	7	-	-	7	
1.7	Показники надійності механічних систем.	10	2	2	6	9	2	-	7	
1.8	Надійність роботи об'єктів до першої відмови. Надійність відновлюваних об'єктів.	7	-	2	5	7	-	-	7	
1.9	Основні математичні моделі оцінки надійності.	8	2	-	6	7	-	-	7	
1.10	Надійність складних систем. Основні завдання практичної теорії надійності.	7	-	2	5	7	-		7	
1.11	Підсумкова семестрова контрольна робота	7	-	2	5	12	-	2	10	
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>90</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>80</b>	

### 2.4. Перелік питань для підготовки до екзамену.

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідними викладачами, затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома аспірантів:

1. Які показники якості технічної системи вивчає надійність?
2. Класифікація зміни властивостей і стану матеріалу
3. Постійне резервування та резервування заміщенням.
4. Основні задачі надійності.
5. Імовірнісний характер змін процесу пошкодження металу.
6. Загальне та роздільне резервування.
7. Молекулярно-механічне (адгезійне) зношування.
8. Діаграма Герсі - Штрібека.
9. Охарактеризувати терміни «адгезія» та «когезія»..
11. Основні складові надійності.
11. Закони стану оборотних процесів.
12. Способи резервування об'єктів.





13. Види схоплювання при молекулярно-механічному зношуванні.
14. Сухий режим мащення.
15. Види тертя за кінематичною ознакою.
16. Охарактеризуйте основні види технічного стану об'єкту.
17. Закони старіння необоротних змін матеріалу.
18. Критерій згоди Колмогорова.
19. Залежність інтенсивності зношування від експлуатаційних чинників та види пошкодження контактних поверхонь при молекулярно-механічному зношуванні.
20. Гідродинамічний режим мащення.
21. Зовнішнє та внутрішнє тертя.
22. Поняття надійності машин.
23. Поступові відмови об'єкту.
24. Критерій згоди - „критерій  $\chi^2$ ” Пірсона
25. Корозійно-механічне зношування циліндро-поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння.
26. Способи орієнтації молекул на контактних поверхнях.
27. Молекулярно-механічна теорія тертя.
28. Вкажіть узагальнені об'єкти, які розглядає наука про надійність.
29. Визначення раптових відмов.
30. Розподіл Релея.
31. Фретинг-корозія.
32. Типи граничних шарів.
33. Класифікація та експлуатаційні властивості мастильних матеріалів.
34. Основні положення «фізики відмов».
35. Відмови функціонування та параметричні відмови.
36. Експоненціальний розподіл
37. Зношування при вибіркового перенесенні.
38. Граничний режим мащення.
39. Функціональні присадки.
40. Напрямки розвитку науки про надійність.
41. Фактичні та потенційні відмови.
42. Розподіл Вейбулла.
43. Абразивне зношування.
44. Структурні зміни поверхневих шарів металу при терті.
45. Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості мастил.
46. Теоретична база науки про надійність.
47. Допустимі та недопустимі відмови.
48. Формування відмови виробу при нормальному законі розподілу
49. Абразивне зношування твердими частками.
50. Ефекти Ребіндера.
51. Умови реалізації пластичної та пружної деформації, реальна міцність металу.
52. Охарактеризувати терміни «роботоздатність і відмова».
53. Причини появи відмов об'єкту.
54. Нормальний розподіл випадкової величини (розподіл Гауса).
55. Втомне зношування.
56. Еластогідродинамічний (ЕГД) режим мащення.
57. Ювенільна поверхня металів.

### 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод;
- метод проблемного викладу;



- репродуктивний метод;
- дослідницький метод.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному вирішенні задач, роботі з навчальною літературою, аналізі та вирішенні задач з оцінки триботехнічних властивостей фрикційного контакту та прогнозування його надійності.

### 3.2. Рекомендована література

#### Базова література

- 3.2.1. М.Ф. Дмитриченко, Р.Г. Мнацаканов, О.О. Мікосянчик Триботехніка та основи надійності машин: Навчальний посібник / Дмитриченко М.Ф., Мнацаканов Р.Г., Мікосянчик О.О. – К.: Інформатодр, 2006. – 216 с.
- 3.2.2. Трибологія: підручник / М.В. Кіндрачук, В.Ф. Лабунець, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут – Київ, видавництво Національного авіаційного університету “НАУ-друк”.-2009.-410 с
- 3.2.3. Триботехніка і надійність машин: навчальний посібник / Ю. О. Харламов, О. В. Романченко, В. І. Соколов, О. С. Кроль, О. В. Єпіфанова. – Северодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. – 184 с.
- 3.2.4. Вітенько Т.М., Кравець О.І. Методичний посібник до виконання лабораторних робіт з курсу: Основи тертя і зношування машин. Тернопіль: ТНТУ, 2021. – 65 с.
- 3.2.5. Триботехніка та основи надійності машин: практикум / уклад.: О.О. Мікосянчик., Р.Г. Мнацаканов, О.В. Харченко, О.А. Ільїна. – К.: НАУ, 2023. – 102 с.

#### Допоміжна література

- 3.2.6. Парасюк В.І. Основи надійності технічних систем: навч. посібник до лаб. практикуму / В.І. Парасюк, А.В. Кондратьєв. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2010. – 72 с
- 3.2.7. Закалов О.В., Закалов І.О. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.
- 3.2.8. Холявко В. В. Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів [текст]: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів галузі знань 13 – Механічна інженерія спеціальності 132 – Матеріалознавство денної та заочної форм навчання / В. В. Холявко, І. А. Владимирський, О. О. Жабинська. – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 100 с.
- 3.2.9. Васілевський О.М., Поджаренко В.О. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник / О.М. Васілевський, В.О. Поджаренко. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 129 с.

### 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті

#### 3.3.1.


<https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/35368/9/6%20%D0%9D%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C.doc>

#### 3.3.2. <http://vd.zntu.edu.ua/article/view/98301>

3.3.3. <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/navchannja/dyscypliny/obovjazkovi/lekciji-z-dyscypliny-trybotehnika/>

#### 3.3.4. [https://www.ksv.biz.ua/publ/dstu/dstu\\_2823\\_94/3-1-0-1094](https://www.ksv.biz.ua/publ/dstu/dstu_2823_94/3-1-0-1094)

3.3.5. Методичні розробки кафедри (в електронному вигляді).

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Триботехніка та основи надійності машин»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 07.07.01-02-2024
		стор. 11 з 14	

#### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ АСПІРАНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ.

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної аспірантом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

	Максимальна кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Вид навчальної роботи	2 семестр	2 семестр
Виконання завдань на практичних заняттях	46×10=40 (сумарна)	106×2 = 20 (сумарна)
Виконання завдань на знання теоретичного матеріалу	36×5=20 (сумарна)	96×2=18 (сумарна)
<i>Для допуску до виконання семестрової контрольної роботи аспірант має набрати не менше</i>	32	-
<i>Підсумкова семестрова контрольна робота</i>	22	22
<b>Екзамен</b>	12	40
<b>Усього за дисципліною</b>	<b>100</b>	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються аспіранту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 1).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих аспірантом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості семестрового контролю.

4.4. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 2) заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, індивідуального плану аспіранта, академічної довідки.

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до індивідуального плану аспіранта, наприклад, так: **92/Відм./A, 87/Добре/B, 79/Добре/C, 68/Задов./D, 65/Задов./E** тощо.



Додаток 1

Відповідність оцінок у балах оцінкам за національною шкалою (рекомендовані значення)

Оцінка в балах													Оцінка за національною шкалою
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
3	4	5	6	7	8	9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	Відмінно
2,5	3	4	5	6	7-8	8-9	8	9	9-10	10-11	11-12	12-13	Добре
2	2,5	3	4	4-5	6	7	6-7	7-8	8	8-9	9-10	10-11	Задовільно

Оцінка в балах												Оцінка за національною шкалою
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
15-16	16-17	17-18	17-19	18-20	19-21	20-22	21-23	22-24	23-25	24-26	25-27	Відмінно
12-14	13-15	14-16	15-16	15-17	16-18	17-19	18-20	18-20	19-22	20-23	20-24	Добре
10-11	10-12	11-13	12-14	12-14	13-15	13-16	14-17	15-17	15-18	16-19	16-19	Задовільно

Оцінка в балах												Оцінка за національною шкалою
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
26-28	26-29	27-30	28-31	29-32	30-33	31-34	32-35	33-36	34-37	34-38	35-39	Відмінно
21-25	22-25	23-26	23-27	24-28	25-29	26-30	27-31	27-32	28-33	29-33	29-34	Добре
17-20	18-21	18-22	19-22	19-23	20-24	20-25	21-26	22-26	22-27	23-28	24-28	Задовільно
Оцінка в балах												Оцінка за національною шкалою
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
36-40	37-41	38-42	39-43	40-44	41-45	42-46	43-47	43-48	44-49	45-50	46-51	Відмінно
30-35	31-36	32-37	32-38	33-39	34-40	35-41	35-42	36-42	37-43	38-44	38-44	Добре
24-29	25-30	25-31	26-31	27-32	27-33	28-34	28-34	29-35	30-36	30-37	31-37	Задовільно
Оцінка в балах												Оцінка за національною шкалою
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
47-52	48-53	49-54	50-55	51-56	51-57	52-58	53-59	54-60	55-61	56-62	57-63	Відмінно
39-46	40-47	41-48	41-49	42-50	43-50	44-51	44-52	45-53	46-54	47-55	47-56	Добре
31-38	32-39	32-40	33-40	34-41	34-42	35-43	36-43	36-44	37-45	37-46	38-46	Задовільно

Оцінка в балах												Оцінка за національною шкалою
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
58-64	59-65	60-66	60-67	61-68	62-69	63-70	64-71	65-72	66-73	67-74	67-74	Відмінно
48-57	49-58	50-59	50-59	51-60	52-61	53-62	53-63	54-64	55-65	56-66	56-67	Добре
38-47	39-48	40-49	40-49	41-50	41-51	42-52	43-52	43-53	44-54	44-55	45-55	Задовільно

Оцінка в балах												Оцінка за національною шкалою
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
68-76	69-77	70-78	71-79	72-80	73-81	74-82	75-83	76-84	77-85	77-86	78-87	Відмінно
57-67	58-68	59-69	59-70	60-71	61-72	62-73	62-74	63-75	64-76	65-76	65-77	Добре
46-56	46-57	47-58	47-58	48-59	49-60	49-61	50-61	50-62	51-63	52-64	52-64	Задовільно



**Додаток 2**

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах  
оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	<b>Відмінно</b> (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	<b>Дуже добре</b> (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	<b>Добре</b> (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	<b>Задовільно</b> (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	<b>Достатньо</b> (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	<b>Незадовільно</b> (з можливістю повторного складання)
1-34		F	<b>Незадовільно</b> (з обов'язковим повторним курсом)





(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				