

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Автомеханічний факультет
Кафедра «Виробництво, ремонт та матеріалознавство»

ЗАТВЕРДЖЕНО
Завідувач кафедри ВРМ

О.І. Мельниченко
Протокол № 1 від 29.08. 2022р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ
ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Галузь знань – 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма – Прикладна механіка
Тип дисципліни – вибіркова
Мова викладання – українська

Київ, НТУ
2022

Робоча програма з дисципліни «Основи прогнозування надійності і довговічності транспортних машин» для здобувачів першого рівня вищої освіти за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», 131 «Прикладна механіка» (зі скороченим терміном навчання) освітньою програмою «Прикладна механіка».

Робочу програму схвалено на засіданні Ради автомеханічного факультету
Протокол № 1 від 30 серпня 2022 року.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри «Виробництво, ремонт та матеріалознавства».
Протокол № 1 від 29 серпня 2022 року.

Завідувач кафедри _____ О.І. Мельниченко

© Богданова О.І., 2022 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, , рівень вищої освіти, ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія».</u> (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Спеціальності <u>131 «Прикладна механіка».</u> <u>131 «Прикладна механіка»</u> (зі скороченим терміном навчання) (шифр і назва)		
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 4		3-й*/4-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 120 год.		6-й*/8-й	
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3,5	Перший рівень вищої освіти Ступінь бакалавра	26 год.	
		Практичні, семінарські	
		13* год.	
		Лабораторні	
		13/13* год.	
		Самостійна робота	
		72 год.	
		Індивідуальні завдання:	
		30	
Вид контролю:			
	залік, 4 РГР		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 48/72;

* зі скороченим терміном навчання.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни – формування у студентів знань і навичок, необхідних для вибору методів і моделей, правил і прийомів прогнозування з метою визначення характеристик зміни стану машини з випередженням цього процесу у часі.

Завдання – надбання знань та практичних навичок кваліфіковано передбачувати закономірності зміни надійності машин у зв'язку з перспективами розвитку виробництва, впровадженням нових матеріалів, підвищенням міцності деталей; оцінювати надійність машин на стадії проектування, виготовлення та у незвичайних умовах експлуатації.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

Знати – роль і значення прогнозування у діяльності людини, історію розвитку прогностики як науки; основні терміни і визначення, які відносяться до прогнозування; оптимізацію факторів конструкції автомобіля на стадії проектування; проектний розрахунок довговічності, безвідмовності і надійності машин.

Вміти – розрахунковим і експериментальним шляхом виконувати прогностичні розрахунки на довговічність деталей циліндро-поршневої групи двигуна, деталей трансмісії і ходової частини автомобіля.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методи та моделі прогнозування.

Тема 1, 2. Предмет і зміст курсу. Основні поняття, терміни та визначення. Точність прогнозування. Оцінка інформації про надійність при наявності різних джерел. Прогнозування надійності машин методом експертних оцінок. Методика обробки результатів експертної оцінки. Коефіцієнт конкордації Кендалла. Оцінка якості прогнозування надійності.

Змістовий модуль 2. Сингулярні (симплексні) методи прогнозування.

Тема 3, 4. Екстраполяція та інтерполяція. Метод вибраних точок. Метод середніх. Метод найменших квадратів. Метод експоненціального згладжування. Метод статистичного моделювання. Кореляційний та регресійний аналіз.

Змістовий модуль 3. Прогнозування залишкового ресурсу.

Тема 5, 6, 7. Економічне значення проблеми ресурсу. Прогнозування ресурсу та механіка руйнування. Прогнозування ресурсу на стадії проектування та експлуатації. Прогнозування по середній статистичній зміні параметру. Прогнозування по реалізації зміни параметру. Методи визначення граничного значення параметрів стану.

Змістовий модуль 4. Дослідження та прогнозування ремонтпридатності машин.

Тема 8, 9. Випробування машин на надійність. Наукове планування експерименту. Метод дисперсного аналізу. Метод регресійного аналізу. Прийняття проектних рішень на основі прогнозної інформації.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	ІНДЗ, 4 РГР	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1.												
Змістовий модуль 1. Методи та моделі прогнозування.												
Тема 1, 2 Предмет і зміст курсу. Основні поняття, терміни та визначення. Точність прогнозування. Оцінка інформації про надійність при наявності різних джерел. Прогнозування надійності машин методом експертних оцінок. Методика обробки результатів експертної оцінки. Коефіцієнт конкордації Кендалла. Оцінка якості прогнозування надійності.	30	6	3	3/3*		18						
Разом за змістовим модулем 1	30	6	3	3/3*		18						
Змістовий модуль 2. Сингулярні (симплексні) методи прогнозування.												
Тема 3, 4 Екстраполяція та інтерполяція. Метод вибраних точок. Метод середніх. Метод найменших квадратів. Метод експоненціального згладжування. Метод статистичного моделювання. Кореляційний та регресійний аналіз.	30	7	3	3		18						
Разом за модулем 1	30	7	3	3/3*		18						
Усього годин	60	13	6	6/6*		36						

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Прогнозування залишкового ресурсу.

Тема 5, 6, 7 Економічне значення проблеми ресурсу. Прогнозування ресурсу та механіка руйнування. Прогнозування ресурсу на стадії проектування та експлуатації. Прогнозування по середній статистичній зміні параметру. Прогнозування по реалізації зміни параметру. Методи визначення граничного значення параметрів стану.	30	7	4	4		18						
Разом за змістовим модулем 3	30	7	4	4/4*		18						
Змістовий модуль 4. Дослідження та прогнозування ремонтпридатності машин.												
Тема 8, 9 Випробування машин на надійність. Наукове планування експерименту. Метод дисперсного аналізу. Метод регресійного аналізу. Прийняття проектних рішень на основі прогнозної інформації.	30	6	3	3/3*		18						
Разом за змістовим модулем 4	30	6	3	3/3*		18						
Разом за модулем 2	60	13	7	7/7*		36						
Усього годин	120	26	13	13/13*		72						

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Оцінка і забезпечення надійності ремонтованих систем.	2/2*
2	Логічні моделі відмов деталей.	2/2*
3	Граничні та допустимі стани (зноси) деталей, з'єднань складальних одиниць та механізмів машин.	2/2*
4	Засоби та методи прискорених випробувань.	2/2*
5	Статистичне прогнозування надійності зношуваних деталей.	2/2*
6	Індивідуальний прогноз довговічності за результатами вимірювання зносу.	1/1*
7	Забезпечення надійності при експлуатації. Прогнозування ремонтпридатності.	1/1*
8	Оцінка і прогнозування забезпеченості машин запасними частинами.	1/1*
	Разом	13/13*

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Стан технічних об'єктів.....	2
2	Розрахунок надійності на стадії проектування.....	2
3	Комплексні показники надійності.....	2
4	Планування випробувань на надійність.....	2
5	Моделювання напрацювань до відмови нормальним розподілом	2
6	Моделювання напрацювань до відмови рівномірним розподілом	1
7	Зміст і структура ризику.....	1
8	Індивідуальний ризик.....	1
	Разом	13

7. Самостійна робота

Денна форма навчання

Всього годин - 72

ПМК – підготовка до модульного контролю	4 (<i>4 години на семестр</i>)
ПЛ, ПП – підготовка до лабораторних та практичних занять	34 (<i>до 2 годин на пару</i>)
ППК - підготовка до підсумкового контролю (заліку)	4
ІКЗ, 4 РГР – індивідуальне комплексне завдання або курсова робота ІНДЗ - Індивідуальне навчально-дослідне завдання	30

8. Розподіл годин самостійної роботи за темами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ПЛ, ПП	ІКЗ, 4 РГР
1	Завдання та сутність прогнозування технічного стану машин.	4	4
2	Прогнозування надійності машин за допомогою структурних схем.	4	6
3	Застосування нейронних мереж у задачах прогнозування	4	4
4	Прогнозування надійності під час ремонту машин.	4	4
5	Прогнозування показників ресурсу деталей на основі ретроспективної інформації.	4	4
6	Прогнозування потоків відмов агрегатів автомобілів.	4	4
7	Прогнозування безвідмовності складових частин машин.	6	2
8	Прогнозування інтенсивності зношування деталей автомобіля.	4	2
	Всього	34	30
	Підготовка до модульного контролю №1	2	
	Підготовка до модульного контролю №2	2	
	Підготовка до підсумкового контролю (заліку)	4	
	Всього	42	30

9. Індивідуальні завдання для розрахунково-графічної роботи

№ п/п	Етапи виконання роботи	Термін (тижні)	Кількість годин
1.	Пошук і опрацювання літератури.	1	4
2.	РГР № 1.	2	6
3.	РГР № 2.	3	6
4.	РГР № 3.	3	6
5.	РГР № 4.	2	4
6.	Формування списку літератури, оформлення роботи та захист.	1	4
	Всього	12	30

10. Методи навчання

Розповідь – це метод навчання, який передбачає оповідну, описову форму розкриття навчального матеріалу з метою спонукання студентів до створення в уяві певного образу. Інколи цей метод називають "малювання словом".

Пояснення – вербальний метод навчання, за допомогою якого викладач розкриває сутність певного явища, закону, процесу. Він ґрунтується не стільки на уяві, скільки на логічному мисленні з використанням попереднього досвіду студентів.

Бесіда передбачає використання попереднього досвіду студентів з певної галузі знань і на основі цього приведення їх за допомогою діалогу до усвідомлення нових явищ, понять або відтворення вже наявних. З цього погляду виділяють два види бесіди: евристичну й репродуктивну. Наприклад, викладач на основі вивченого студентами матеріалу про закономірності зношування має намір підвести їх до розуміння основ автомобілебудування. За місцем у навчальному процесі розрізняють вступну, поточну й підсумкову бесіди.

Лекція – це метод, за допомогою якого викладач у словесній формі розкриває сутність наукових понять, явищ, процесів, логічно пов'язаних, об'єднаних загальною темою. Лекція використовується, як правило, у вищих навчальних закладах.

Важливе місце у навчальному процесі займає інструктаж. Він передбачає розкриття норм поведінки, особливостей використання методів і навчальних засобів, дотримання правил безпеки під час виконання навчальних операцій. Це важливий етап в оволодінні методами самостійної пізнавальної діяльності. Адже важливо, щоб студенти розуміли не лише, що треба робити, а і як це робити.

Чільне місце серед групи словесних методів посідає метод роботи з книгою. Студенти мають розуміти, що основне джерело отримання наукової інформації — не викладач, а книга. Тому так важливо навчити студентів методів і засобів самостійної роботи з книгою: читання, переказу, виписування, складання плану, рецензування, конспектування, виготовлення таблиць, схем, графіків та ін.

Ефективне навчання неможливе без широкого використання наочних методів. Вони зумовлені діалектичними закономірностями пізнання і психологічними особливостями сприймання. Наочні методи передбачають насамперед використання демонстрації та ілюстрації. При цьому варто зауважити, що ці методи можуть застосовуватись як прийоми реалізації вимог інших методів.

Демонстрація – це метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у натурі, динаміці.

Ілюстрація – метод навчання, за якого предмети і процеси розкриваються через їх символічне зображення (світлин, малюнк, схеми, графіки та ін.).

Сутність цих двох методів близька між собою в етимологічному плані.

Спостереження як метод навчання передбачає сприймання певних предметів, явищ, процесів у природному й виробничому середовищі без втручання у ці явища і процеси.

Усі методи цієї групи тісно переплетені. Використання у навчальному процесі тих чи тих методів зумовлене різними чинниками: психологічними особливостями студентів певного віку, дидактичними цілями, рівнем матеріального забезпечення навчальних закладів.

Досить суттєвим у використанні наочних методів навчання є володіння технологією і технікою виготовлення й використання засобів демонстрації та ілюстрації. Особливої уваги потребує використання технічних засобів навчання, й зокрема комп'ютерної техніки.

Практичні методи навчання спрямовані на досягнення завершального етапу процесу пізнання. Вони сприяють формуванню вмінь і навичок, логічному завершенню ланки пізнавального процесу стосовно конкретної теми, розділу.

Лабораторний метод передбачає організацію навчальної роботи шляхом використання спеціального обладнання та певної технології для набуття нових знань або перевірки наукових гіпотез на рівні досліджень.

Практична робота спрямована на використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань. Наприклад, виготовлення моделі якогось пристрою.

11. Методи контролю

Методи поточного контролю: поточне тестування, індивідуальне опитування, фронтальне опитування, перевірка домашніх завдань, перевірка індивідуальних завдань.

Методи модульного контролю: письмова контрольна робота, підсумкове тестування.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Модулі	Модуль І						Модуль ІІ						Сума за 2 модулі	Підсумковий контроль	Всього		
Кількість балів за модуль	30						30										
Змістові модулі	ЗМ 1			ЗМ 2			Модульний контроль 10	ЗМ 3			ЗМ 4			Модульний контроль 10	60	40	100
Кількість балів за ЗМ та модульний контроль	10			10				10			10						
Кількість балів за видами роботи	Л 1 , Л 2	Л 3 , Л 4	Л р 1 , Л р 2	Л 5 , Л 6	Л 7 , Л 8	Л р 3 , Л р 4		Л 9 , Л 10	Л 11	Л р 5 , Л р 6	Л 12	Л 13	Л р 7 , Л р 8				
Відвідування	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1				
Активність на заняттях	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1				
Виконання срс	–	–	4	–	–	4	–	–	4	–	–	4					
Наукова робота	Участь у наукових конференціях, семінарах, круглих столах, студентських олімпіадах і конкурсах – 0-15 балів												15				

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
------	---	--	---

Розрахунково-графічна робота (РГР) – це самостійне дослідження студента. Виконуючи РГР, студент удосконалює знання та вміння, отримані в процесі вивчення дисципліни “Основи прогнозування надійності та довговічності транспортних машин”, а саме: визначати мету, виділяти задачі, формулювати проблеми та знаходити способи їх розв'язання. Працюючи над РГР, студент отримує вміння та навички, що будуть корисними в майбутньому при виконанні більш складних завдань (дипломна робота, наукове дослідження, тощо).

З дисципліни «Основи прогнозування надійності та довговічності транспортних машин» виконується цикл робіт в обсязі чотирьох РГР.

Після завершення виконання кожної розрахунково-графічної роботи, відповідно оформленні розрахунки з обґрунтованими висновками здаються на перевірку викладачеві на кафедру. Розрахунково-графічні роботи студент захищає до початку екзаменаційної сесії. Позитивний захист циклу розрахунково-графічних робіт є допуском до складання екзамену з дисципліни. Загальна оцінка за результатами захисту розрахунково-графічних робіт впливає на формування оцінки на екзамені. Студент, який не виконав програму по кожній розрахунково-графічній роботі без поважних причин або на захисті отримав негативну оцінку з однієї або більше роботи - не допускається до здачі екзамену і вважається студентом, який не виконав програму з дисципліни. Студенту, який не виконав розрахунково-графічну роботу із-за поважних причин, може бути надано право на додатковий термін для її виконання.

Критерії оцінювання результатів виконання розрахунково-графічної роботи

Оцінювання розрахунково-графічної роботи проводиться на основі аналізу наступних факторів:

- правильність виконання розрахункової частини роботи;
- правильність виконання графічної частини роботи;
- оформлення роботи.

Вагова оцінка розрахунково-графічної роботи складає 25 балів, цикл РГР складається з чотирьох робіт. Загальна оцінка за повний цикл чотирьох РГР становить 100 балів.

РГР №1	РГР №2	РГР №3	РГР №4	Загальна оцінка за цикл 4 РГР
25	25	25	25	100

Вагова оцінка розрахунково-графічної роботи складає від 15 до 20 балів, цикл РГР складається з шести робіт. Загальна оцінка за повний цикл шести РГР становить 100 балів.

За розрахунково-графічну роботу (РГР) студент отримує максимальну кількість балів, якщо робота виконана у відведений строк (3 тижні з моменту видачі завдання для циклу 4 РГР), з використанням комп'ютерної техніки, акуратно оформлена, містить аналіз отриманих результатів.

У разі виконання РГР без використання комп'ютера або затримки виконання на 2 тижні (з використанням комп'ютера) студент отримує 90% від максимальної оцінки. При виконанні РГР із затримкою більш ніж на 2 тижні студент отримує 80% від максимальної оцінки, із затримкою більше місяця – 60% від максимальної оцінки.

13. Методичне забезпечення

1. Богданова О.І., Мельник О.В., Глухонець О.О., Мороз Н.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи прогнозування надійності і довговічності транспортних засобів». Київ: НТУ, 2020. – 34 с.

2. Мельниченко О.І., Богданова О.І., Глухонець О.О. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Основи прогнозування надійності і довговічності транспортних засобів». Київ: НТУ, 2020. – 24 с.

3. Прогнозування надійності і довговічності транспортних засобів. Опорний конспект лекцій.

15. КОМПЕТЕНЦІЇ БАКАЛАВРА СПЕЦІАЛЬНОСТІ

131 Прикладна механіка

Загальні компетенції	
ЗК1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК2	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
ЗК4	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК7	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК13	Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
Спеціальні (фахові) компетенції	
ФК1	Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки
ФК2	Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.
ФК7	Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.
Програмні результати	
ПН1)	Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи.
ПН3)	Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин.
ПН4)	Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

ПН7)	Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.
ПН12)	Навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE);
ПН13)	Оцінювати техніко-економічну ефективність виробництва;

15. Рекомендована література

1. Кравченко Н.И. и др. Основы надежности машин: Учебное пособие для вузов. Часть I и II. – М.: машиностроение, 2007. – 487 С.
2. Тихонов Э.Е. Методы прогнозирования в условиях рынка: учебное пособие. – Невинномысск, 2006. – 221 С.
3. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем. М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. – 356 С.
4. Стрельников В.П. Новая технология исследования надежности машин и аппаратуры. – М.: Машиностроение, 2002. – 248 С.
5. Лукинский В.С., Зайцев Е.И. Прогнозирование надежности автомобилей. – Л.: Политехника, 1991. – 224 С.
6. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 С.
7. Теория прогнозирования и принятие решений. Учебное пособие. Под. ред. С.А.Саркисяна. М.: Высшая школа, 1977. – 351 С.
8. РД 26.260.004-91 Методические указания. Прогнозирование остаточного ресурса.

16. Інформаційні ресурси

1. Міжнародний освітнянський центр інформаційних технологій
2. Університетська комп'ютерна мережа передачі даних і інформаційного обміну з виходом її в Інтернет.
3. Інтегровані можливості наукової бібліотеки університету.
4. Розробка і створення власних електронних освітнянських ресурсів силами викладачів кафедри.
5. Широке впровадження інформаційних технологій в навчальний процес.