

**Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка**

Навчально-науковий інститут технічного сервісу

Кафедра надійності, міцності та технічного сервісу машин
імені В.Я. Аніловича

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Комп'ютерне моделювання надійності»

1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Програма вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання надійності» складена відповідно до освітньої програми підготовки магістрів в рамках спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання надійності» є процеси забезпечення роботоздатного стану елементів машинобудівних конструкцій на етапах проектування та модернізації, та методи технічного та технологічного запобігання виникнення механічних відмов при проектуванні, виготовленні та експлуатації технічних систем. Динамічна міцність та надійність машин – науково-технічна дисципліна професійної та практичної підготовки, що вивчає основнапружено-деформованого стану (НДС), методи числового дослідження і аналізу НДС зокрема, методами скінченних елементів (МСЕ); методи оцінки міцності конструктивних елементів обладнання, методи коректного прогнозування надійності елементів конструкцій з урахуванням впливу на їх працездатність основних випадкових факторів. Навчальна дисципліна «Комп'ютерне моделювання надійності» буде корисна майбутнім фахівцям з проектування та випробування технічних систем, висококваліфікованим менеджерам з виробництва та експлуатації техніки.

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 «Механічна інженерія»
Спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»
Освітньо-професійна програма	«Галузеве машинобудування»
Період навчання	Рік підготовки – <u>II</u> , семестр – <u>III</u>
Обсяг курсу	3 кредити; 90 год, з них: лекції – <u>15</u> год, практичні заняття <u>30</u> год, самостійна робота – <u>45</u> год.
Форма підсумкового контролю	Іспит
Викладачі:	д.т.н., професор Гринченко Олександр Степанович д.т.н., доцент Алфьоров Олексій Ігорович

2. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни - підготовка фахівців з поглибленими знаннями про способи і методи практичного застосування за допомогою комп'ютерних систем методів і методик розрахунку динаміки систем складених з абсолютно твердих тіл, пошуку власних частот пружної системи, дослідження амплітудно-частотної характеристики від гармонічного навантаження, виконання спектрального аналізу та пошуку динамічних характеристик від імовірнісного навантаження, та пошуку перехідних динамічних характеристик від швидко змінного навантаження та використання результатів таких розрахунків для реалізації методів керування надійністю технічних систем.

Завдання дисципліни полягають у підготовці студентів до використання результатів аналізу умов роботи конструкції з врахуванням особливостей технологічних процесів, що проходять в обладнанні, відомих фізичних закономірностей і математичних залежностей для забезпечення та прогнозування рівняння надійності елементів машинобудівних конструкцій.

Пререквізити дисципліни: базові знання з дисциплін: вища математика, нарисна геометрія, теорія імовірності, статистика, теоретична механіка, опір матеріалів, деталі машин, надійності машин, динамічна міцність та надійність машин.

Компетентності, які студент набуде в результаті навчання:

- здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду, пов'язаного із застосуванням математичних методів для дослідження різноманітних процесів, явищ та систем.

- здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних

- здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату

- здатність засвоєння теоретичних основ і практичних навичок вирішення задачі прогнозування надійності з урахуванням комп'ютерного моделювання динаміки зовнішнього впливу і параметрів системи з подальшою обробкою отриманих результатів;

- здатність оцінювати чинники впливу на перебіг процесів технічного стану при експлуатації машин та устаткування з використанням інформаційного та програмного забезпечення для управління технологічними процесами;

- вміння поєднувати теорію та практику для розв'язання інженерних задач забезпечення надійності при проектуванні та експлуатації машин та устаткування;

- здатність самостійно вчитися, використовуючи здобуті фундаментальні та професійні знання і навички.

Заплановані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- основні поняття, визначення та параметри надійності машин;
- ознаки і параметри накопичення пошкоджуваності при зовнішньому впливі чинників при експлуатації машин та їх вузлів;
- принципи вирішення завдань аналізу надійності елементів конструкційна основі комп'ютерного моделювання та аналізу напружено-деформованого стану;
- тенденції та перспективи розвитку методів прогнозування, забезпечення та керування надійністю машин;

вміти:

- застосовувати методи комп'ютерного інжинірингу з використанням спеціального програмного забезпечення для проектування машин;
- обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж в середовищі сучасних операційних систем;
- самостійно проводити математичне і комп'ютерне моделювання, аналіз та обробку даних, розв'язувати формалізовані задачі за допомогою спеціалізованих програмних засобів.

Методи навчання: практичний, наочний, словесний.

Форми навчання: індивідуальні, групові, аудиторні, позааудиторні.

3. ЗМІСТ І СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів та тем	Кількість годин													
	денна форма						заочна форма							
	Загальний обсяг	аудиторних					Самостійна робота	Загальний обсяг	аудиторних					Самостійна робота
		усього	в тому числі						усього	в тому числі				
	лекції	лабораторні	практичні			лекції	лабораторні	практичні						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Змістовий модуль 1. Моделювання динаміки просторових параметричних моделей елементів машинобудівних конструкцій														
Тема 1. Введення в ANSYS Rigid та FlexibleDynamicAnalysis	20	10	4		6	10	7	1	1			6		
Тема 2. . Моделювання об'єктів і процесів в	14	9	2		7	5	17	5	1		4	12		

комп'ютерних системах												
Тема 3 Основи методу скінченних елементів	12	6	2		4	6	20	2	2			18
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	46	25	8		17	21	44	8	4		4	36
Змістовий модуль 2. Розрахунки показників надійності												
Тема 4. Аналіз результатів дослідження напружено-деформованого стану елементів машинобудівних конструкцій	18	8	3		5	10	20	4	2		2	16
Тема 5. Обґрунтування параметрів елементів машинобудівних конструкцій з умов забезпечення безвідмовності	13	6	2		4	7	14					14
Тема 6. Обґрунтування параметрів елементів машинобудівних конструкцій з умов забезпечення довговічності	13	6	2		4	7	12					12
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	44	20	7		13	24	46	4	2		2	42
Всього годин	90	45	15		30	30	90	12	6		6	78

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		д/ф	з/ф
1	ANSYS MechanicalDynamics. Вступ.	6	
2	Використання різних технологій моделювання при створенні об'єктів складної форми	7	4
3	Тривимірна задача НДС	5	2
4	Приклад застосування Gmsh для генерації розрахункових сіток	4	
5	Визначення запасу міцності конструкції	2	
6	Прогнозування показників надійності за результатами аналізу напружено-деформованого стану при різноманітних умовах експлуатації елементів машинобудівних конструкцій	6	

Теми для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		д/ф	з/ф
	Методи побудови системи дискретних рівнянь МСЕ задач НДС	7	6
	Віссиметрична задача напруженого стану	7	6

	Моделювання граничних умов	7	6
	НДС плоскої шарнірно-з'єднаної ферми	8	4
	Параметри надійності	4	4
	Прогнозування надійності систем об'єктів	6	6
	Підходи до вирішення завдань теорії надійності	6	6

4. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу використовується 100-бальна шкала оцінювання. Принцип формування оцінки за модуль за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження.

Максимальна кількість балів за модуль		
Модульний контроль	Практичні роботи	Сума балів за модуль
Модуль 1 - до 40	до 60	до 100
Модуль 2 - до 40	до 60	до 100

Модульний контроль оцінює рівень засвоєння теоретичного і практичного матеріалу, які входять до складу відповідного модуля.

Лабораторні роботи оцінюються залежно від рівня та якості виконання їх студентом. Кожна лабораторна оцінюється за трьома рівнями:

- “відмінно” – 5 балів;
- “добре” - 4 бали;
- “задовільно” – 3 бали.

За нестандартні рішення та творчий підхід при виконання лабораторних робіт викладач може додати до 5 балів.

До перелічених складових модульної оцінки можуть нараховуватися додаткові бали за участь студента у науковій роботі, підготовці публікацій, робіт на конкурси, участь в олімпіадах тощо.

Кількість додаткових балів визначається на розсуд викладача, але у сумі не більш 100 балів разом з переліченими складовими модульної оцінки. Обґрунтованість нарахування студенту додаткових балів розглядається на засіданні кафедри та оформлюється відповідним протоколом.

Отримана таким чином сума балів доводиться до відома студентів перед проведенням модульного контролю.

Оцінка визначається, як середньоарифметична оцінок двох модулів. Студентам, які набрали від 60 до 100 балів і згідні з цією сумою, відповідна оцінка модуля проставляється у заліково-екзаменаційну відомість.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100бальною шкалою, переводиться до державної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Шкала: національна та ECTS і критерії

оцінювання до визначення рівня знань і навичок

Шкала оцінювання

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

Критерії оцінювання:

«Відмінно» (90-100 балів) – студент виявляє всебічні системні і глибокі знання програмного матеріалу, вільно оперує матеріалом, чітко володіє понятійним апаратом, уміє аналізувати і робити висновки;

«Дуже добре» (82-89 бали) – студент виявляє широкий професійний кругозір, уміння логічно мислити, виявляє достатньо системне і глибоке знання програмного матеріалу, чітко володіє понятійним апаратом, проте у відповідях допускаються окремі неточності, які не змінюють суті питання.

«Добре»(74-81 бали) – студент виявляє достатньо глибоке знання програмного матеріалу, володіє понятійним апаратом, вміє аргументувати свої відповіді, проте у відповідях допускаються неточності, які впливають на чіткість.

«Задовільно»(64-73 бали) – студент виявляє не достатньо глибоке знання програмного матеріалу, в основному володіє основним понятійним апаратом, але допускає принципові помилки;

«Достатньо»(60-63 бали) – студент виявляє слабкі знання, у відповідях не точно формулює причинно-наслідкові зв'язки між явищами і процесами, оперування фактами відбувається на рівні запам'ятовування, допускаються значні помилки.

«Незадовільно» (35-59 бали) – студент виявляє значні прогалини в знаннях основного програмного матеріалу, у володінні окремими поняттями, не знає більшої частини фактичного матеріалу, не вміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами і процесами, завчивши матеріал без його усвідомлення.

5. ПОЛІТИКА КУРСУ

Політика курсу передбачає відповідальність викладача і студента; прозорість оцінювання; інформування та реалізація політики академічної доброчесності.

Порядок зарахування пропущених занять відбувається у формі усного опитування (при пропущенні лекцій) та виконання практичних завдань.

6. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Базова література

1. Анилович В.Я., Гринченко А.С., Литвиненко В.Л. Надежность машин в задачах и примерах.- Харьков: Око, 2001.- 320 с.
2. Анилович В.Я. Прогнозирование надежности тракторов / В.Я. Анилович, А.С. Гринченко, В.Л. Литвиненко и др.// М.: Машиностроение, 1986. - 224 с.
3. Алямовский А.А. Solid Works/ COSMOS Works. Инженерный анализ методом конечных элементов. - М.: ДМК Пресс, 2004. - 432 с.
4. Болотин В.В. Случайные колебания упругих систем / В.В. Болотин. – М.: Наука, 1979. – 336 с.
5. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В.В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
6. Гринченко А.С. Основы прогнозирования и управления надежностью в условиях экстремальных нагрузок : монография / А. И. Алферов, А. С. Гринченко. – Харьков: Планета-Принт, 2017. – 135 с.
7. Гринченко А.С. Механическая надежность мобильных машин: Оценка, моделирование, контроль - Х.: Віровець А.П. "Апостроф", 2012. - 259 с.
8. Жовдак В.А. Прогнозирование надежности механических систем / В.А. Жовдак, Л.Ф. Тарасова. – Харьков: НТУ ХПИ, 2007. – 108 с.
9. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич ; пер. с англ. ; под ред. Б. Е. Победри. — М. : Мир, 1975. — 541 с.
10. Ларин А.А. Прогнозирование и анализ надежности машиностроительных конструкций: учеб.-метод. пособ. / А.А. Ларин. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2011. – 130 с.
11. Прохоренко В. П. SolidWorks. Практическое руководство / В. П. Прохоренко. — М. : ООО Бином-Пресс, 2004. — 448 с.
12. Применение системы ANSYS к решению задач механики сплошной среды. Практическое руководство / под. ред. проф. А. К. Любимова. — Н. Новгород : Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2006. — 227 с.
13. Светлицкий В.А. Статистическая механика и теория надежности / В.А. Светлицкий. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 504 с.
14. Светлицкий В.А. Случайные колебания механических систем / В.А. Светлицкий. – М.: Машиностроение, 1991. – 320 с.

Додаткова література

1. ANSYS, Inc. ANSYS FLUENT User's Guide Documentation. Режим доступу: <http://www.ansys.com>.
2. Томашевский В.Н. Моделирование систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2007. – 352 с. 12.
3. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. – М.: Альтекс-А. 2004. – 384 с.
4. Томашевский В.Н., Жданова Э.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.