

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Перший проректор НТУУ "КПІ"  
— \_\_\_\_\_ Ю. І. Якименко  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011 р.

## ПРОГРАМА

курсів підвищення кваліфікації «Вібраційний контроль (моніторинг) та діагностика машинного обладнання», складеної відповідно до рекомендацій міжнародного стандарту ISO18436-2:2005 для учбового курсу підготовки спеціалістів по категорії III

**Мета курсу:** формування у слухачів знань та практичних навичок достатніх для складання та реалізації програм вібраційного моніторингу та діагностики машинного обладнання відповідно до стандартів ISO 17359 та ISO 13373-1.

### **Основні завдання:**

Засвоїти теоретичні положення та здобути практичні навички, що дозволить:

- Обирати відповідний метод аналізу вібрації машини.
- Визначати апаратне та програмне забезпечення системи вимірювання вібрації.
- Проводити діагностування на основі аналізу вібрації.
- Складати програми вібраційного контролю (моніторингу) та діагностики машинного обладнання.
- Встановлювати правила визначення допустимих рівнів вібрації та приймальні критерії для машин, що вводяться в експлуатацію.
- Вимірювати та аналізувати власні частоти, форми коливань.
- Застосовувати альтернативні методи контролю стану машин.
- Встановлювати рекомендації по корегуючим діям.
- Виконувати одно площинне балансування.
- Складати звіти для керівництва, персоналу, що обслуговує машину.
- Складати інструкції для навчання персоналу по вимірюванню вібрації.

### **Вимоги до рівня підготовки слухачів:**

Слухач повинен при наймі закінчити два курси вищого учбового закладу технічного профілю або університету та мати не менше 36 місяців досвіду роботи по контролю та діагностики машинного обладнання.

Слухач повинен мати посвідчення про закінчення курсів підвищення кваліфікації по програмі «**Вібродіагностика і вібромоніторинг обертового обладнання**», або інших курсів 2 рівня підготовки.

№ розділу	Тема занять	Розподіл часу		
		Кількість годин	Лекції	Практичні заняття
1	<b>Огляд курсу.</b>	2	2	
	Мета та завдання курсу. Кваліфікаційні вимоги до спеціалістів по категорії III. Основні поняття, терміни та визначення			
2	<b>Основи вібрації</b>	4	4	
	Види вібрації. Основні поняття: амплітуда, частота, період, фаза. Вимірюванні величини(переміщення, швидкість, прискорення). Енергетичні параметри (розмах, пік, середньоквадратичне значення (СКЗ)).Одиниці вимірювання. Представлення вібрації в часовій та частотній області. Вектори,модуляція. Елементи теорії коливачь:сила ,маса ,жорсткість, демпфування, власні та вимушені колювання, відгук, власна частота, резонанс, критичні швидкості.			
3	<b>Збір даних</b>	4	4	
	Вимірювання вібрації. Види вимірювань. Вимірюванні характеристики(динамічний та частотний діапазони,фаза колювань). Вибір датчиків вібрації та методів кріплення на об'єкті. Планування та проведення вимірювання вібрації. Формати представлення даних вібрації (спектральний аналіз,тренд аналіз, та інші). (згідно стандарту ISO13373-1:2002). Ознаки неправильно проведених вимірювань .			
4	<b>Обробка сигналів</b>	4	4	
	Аналогові та цифрові вибірки.. Аналіз стаціонарних сигналів за допомогою фільтрів. Типи фільтрів. Поняття про децибелі. Дискретне перетворення Фур'є. Часові вікна. Ширина полоси пропускання,розділення. Обмеження цифрової обробки сигналів. Випадкова та систематична складові похибки вимірювання. Типи усереднення. Динамічний діапазон. Співвідношення сигнал/шум.			
5	<b>Контроль(моніторинг) стану машинного обладнання</b>	6	6	
	Моніторинг стану. Концепція. Основні цілі та припущення. Види моніторингу. Рекомендації по побудові системи моніторингу та діагностики машинного обладнання згідно зі стандартом ISO17359:2003. Особливості систем вібраційного моніторингу та діагностики машинного обладнання за стандартом ISO13373-1:2002.Установка базової лінії та відслідковування змін. Поняття про тренди. Поняття про екстраполяцію. Можливість одержання короткострокового прогнозу. Альтернативні методи аналізу технічного стану обладнання.			

№ розділу	Тема занять	Розподіл часу		
		Кількість годин	Лекції	Практичні і заняття
6	<b>Аналіз несправностей. Випробування обладнання та діагностика. Оцінка ступеню розвитку пошкодження</b>	16	10	6
	<p>Основні поняття та визначення теорії надійності: несправність, пошкодження, відмова, готовність, безвідмовність, справний та працездатний стан.</p> <p>Аналіз сигналів: Спектральний аналіз. Аналіз форми сигналу. Аналіз траєкторії руху вала та зміни положення його центру. Аналіз фази. Аналіз перехідних процесів. Аналіз орбіт. Аналіз обвідної сигналу(згідно ISO 13373-2:2005).</p> <p>Діагностика типових дефектів основних машин та механізмів: валопроводів, підшипників, нагнітачів, насосів, електричних двигунів та інших.</p> <p>Діагностика підшипників кочення на різних ступенях розвитку пошкодження.</p> <p>Технології детального діагностичного моніторингу. Моніторинг по 1/3 октавним спектрам. Сегментний моніторинг. Моніторинг по обвідній вузькосмугового спектра. Особливості нормування і прийняття рішень у програмах детального діагностичного моніторингу(діаграми кордонів стану то що). Моніторинг векторних величин Резонанс та критичні швидкості. Аналіз поведінки агрегату в режимах розгін /вибіг.. Випробування на удар. Випробування з відтворенням вимушених коливань. Демонстрація та обговорення методів і результатів діагностики та випробувань.</p>			
7	<b>Корегуючі дії</b>	6	6	
	Системи технічного обслуговування та їх діагностичне забезпечення .Ізоляція та демпфірування Балансування. Центрування та заміна деталей.			
8	<b>Машинне обладнання</b>	4	4	
	Класифікація машинного обладнання згідно зі стандартами ISO 10816, ISO 7919. Основні технічні характеристики, конструкції, кінематичні схеми, критичні вузли.			
9	<b>Приймальні випробування</b>	4	4	
	Технічні умови та стандарти. Серія міжнародних стандартів ISO10816 по оцінюванню вібрації на корпусах машин. Серія міжнародних стандартів по оцінюванню вібрації валів ISO 7919.			

№ розділу	Тема занять	Розподіл часу		
		Кількість годин	Лекції	Практичні заняття
10	<b>Базові стандарти</b>	4	2	2
	Огляд базових стандартів по контролю (моніторингу) та діагностики машинного обладнання Обговорення результатів самостійної роботи зі стандартами			
.11	<b>Складання звітів та документація</b>	2		2
	Складання звітів(протоколів) по результатам контролю(моніторингу) обладнання. Складання звітів (протоколів) по результатам діагностування обладнання. Рекомендації щодо необхідної нормативною документації.			
12	Консультація та складання екзамену	6		
<b>Всього:</b>		<b>62</b>	<b>46</b>	<b>10</b>

#### Самостійна робота

№ розділу	Тема занять	Розподіл часу
1	Підготовка прикладів з практики моніторингу та діагностики для обговорення на практичному занятті	2
2	Вивчення міжнародних ,регіональних,національних стандартів та інших нормативних документи за тематикою навчання	8
<b>Всього:</b>		<b>10</b>

Загальна кількість годин (аудиторних та самостійна робота) -72 години

Директор НМК «ІПО»

І. Г. Малюкова

Директор НТЦ «ДІАТОС»

В.Є. Петренко