Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский институт технологии, контроля и диагностики железнодорожного транспорта»

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ОАО «НИИТКД»

_____ А. П. Семенов
«18» декабря 2019 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«ВИБРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ЛОКОМОТИВОВ»

Омск – 2019 г.

1. Общие положения

Программа предназначена для повышения квалификации технического персонала (специалистов) ремонтных локомотивных, локомотиворемонтных заводов и других предприятий, связанных с проведением вибрационного контроля состояния узлов локомотивов.

2. Целевая установка

Цель обучения: совершенствование и (или) получение новых компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности в области технического диагностирования подшипников качения и зубчатых передач узлов локомотивов, технического обслуживания и ремонта локомотивов в рамках требований ГОСТ Р ИСО 18463-2 и руководящего документа ОАО «РЖД» ПКБ ЦТ.06.0050 к техническому персоналу (специалистам) первого уровня квалификации.

Категория слушателей: технический персонал (специалисты) ремонтных и эксплуатационных депо, ремонтных заводов и других предприятий, связанных с проведением вибрационного контроля состояния узлов локомотивов.

Форма обучения: очная.

Трудоемкость программы: 36 академических часов.

Сроки освоения программы: 36 академических часов.

Режим занятий: для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут. Продолжительность учебного занятия – два академических часа – 90 минут. Перерыв между занятиями составляет 15 минут. Перерыв на отдых и питание – 60 минут.

3. Планируемые результаты обучения

Виды деятельности	Перечень профессиональных компетенций и (или) трудовых функций	Характеристика профессиональных компетенций		
		Перечень знаний	Перечень умений	Практический опыт
Диагностирование подшипниковых узлов и зубчатых передач.	Проведение вибрационного диагностирования подшипниковых узлов и зубчатых передач	1. Основные задачи и функции специалиста по вибродиагностированию. 2. Общие положения по организации и проведению технического диагностирования подшипниковых узлов и зубчатых передач. 3. Физические основы вибрации механических систем. Основные источники вибрации в машинах и оборудовании 4. Единицы измерения вибрации, особенности низкочастотной, среднечастотной, высокочастотной и ультразвуковой вибрации машин и их узлов	1. Поддержание частоты вращения объектов диагностирования 2. Контроль стабильности и качества измеряемых вибрационных сигналов. 3. Контроль правильности вывешивания или установки на стендах объектов диагностирования. 4. Составление прототипов объекта контроля. 5. Проведение контрля вибрации объекта диагностирования по составленным прототипам.	
	Совершенствование компетенций по устройству подвижного состава, ТО и ремонту, содержанию парка подвижного состава	1. Методы и средства измерения и анализа вибрации. 2. Конструктивные особенности подшипниковых узлов и зубчатых передач узлов железнодорожной техники.	1. Контроль своевременности добавления смазки в подшипники качения, моторно-осевые, упорные подшипники скольжения, редукторы. 2. Контроль температуры диагностируемых узлов 3. Контроль выброса смазки, из подшипниковых узлов, кожухов тяговых редукторов	

4. Учебный план

№ п/п	Наименование модулей/дисциплин и тем	Трудоемкость, час.	В том числе		Форма аттестации
			Лекционного типа	Практические, семинарские занятия, лабораторные работы	
1	Основы технической диагностики подшипниковых узлов и зубчатых передач	4	4		
2	Физические основы вибрации механических систем	8	8		
3	Методы обработки сигналов вибрации	4	4		
4	Средства измерения и анализа вибрации	12	4	8	
5	Контроль состояния и анализ неисправностей объекта диагностирования	6	2	4	
	Итоговая аттестация	2		2	**тестирование**
	ИТОГО	**36**	**22**	**14**	

5. Календарный учебный график

№ п/п	Наименование дисциплин	Количество учебных часов по учебным дням (Д)					Итого
		очное					
		Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	
1	Основы технической диагностики подшипниковых узлов и зубчатых передач	4					4
2	Физические основы вибрации механических систем	4	4				8
3	Методы обработки сигналов вибрации		4				4
4	Средства измерения и анализа вибрации			8	4		12
5	Контроль состояния и анализ неисправностей объекта диагностирования				4	2	6
	Итоговая аттестация					2	2
	Всего учебных часов	**8**	**8**	**8**	**8**	**4**	***36***

6. Рабочие программы дисциплин

Дисциплина 1. Основы технической диагностики подшипниковых узлов и зубчатых передач

Нормативная база. Основные понятия технической диагностики. Цели и задачи технической диагностики. Место вибрационной диагностики в системе технического ремонта и обслуживания железнодорожного подвижного состава. Задачи диагностирования в системе технического ремонта и обслуживания подвижного состава.

Дисциплина 2. Физические основы вибрации механических систем

Основные источники колебаний, особенности их распространения. Виды колебаний. Собственная частота, резонанс. Критические скорости вращения механических систем Амплитуда, период, частота и фаза колебаний. Вибросмещение, виброскорость, виброускорение. Количественные характеристики величины вибрации (размах, пик, среднеквадратическое значение (СКЗ). Единицы измерения вибрации. Низкочастотная, среднечастотная, высокочастотная и ультразвуковая вибрация.

Дисциплина 3. Методы обработки сигналов вибрации

Графическое представление сигналов колебаний. Аналого-цифровое преобразование. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Оконные функции. Выбор оконной функции. Виды фильтров. Существующие варианты фильтров. Правила выбора фильтров. Усреднение сигналов. Узкополосные и широкополосные спектры. Частотное разрешение. Выделение огибающей. Преобразование Гильберта.

Дисциплина 4. Средства измерения и анализа вибрации

Измерительные преобразователи абсолютной и относительной вибрации. Пьезоэлектрические акселерометры. Конструкция, динамическая модель. Частотная характеристика. Способы крепления датчиков. Контроль за правильностью установки объекта диагностирования для измерения вибрации. Выбор места установки датчика. Подготовка места для установки датчика. Получаемая с датчиков информация. Измерение частоты вращения объекта диагностирования. Работа с программными модулями. Создание прототипов объектов диагностирования. Создание маршрутных карт измерения. Работа с базой данных. Оценка правильности проведения измерений. Передача маршрутов и передача данных по стандартным линиям связи.

Дисциплина 5. Контроль состояния и анализ неисправностей объекта диагностирования

Основные методы диагностирования подшипников качения. Анализ временной формы и статистических характеристик сигнала вибрации, возможности идентификации дефектов и неисправностей. Диагностика подшипников качения. Виды дефектов. Диагностические признаки дефектов при проведении спектрального анализа. Диагностика механических передач. Диагностические признаки дефектов механических передач при проведении спектрального анализа.

7. Организационно-педагогические условия

Учебный класс оснащен рабочим местом преподавателя с установленной на нем ЭВМ, проектором для проведения лекционных занятий, а также 14-ю рабочими местами с установленными на них электронно-вычислительными машинами типа «ноутбук» с доступом в сеть «Internet», и системе онлайн тестирования PoTeGra. Материально-технические ресурсы для проведения практических занятий включают в себя комплекс вибрационного диагностирования «Прогноз», виброанализатор и балансировщик производства компании «Балтех», «Стенд диагностики подшипников», а также натурный образец колесно-моторного блока локомотива и тележки моторвагонного подвижного состава и подшипников качения разного типоразмера.

Персонал учебного центра, задействованный в процессе обучения, обладает высшим образованием и практическим опытом в области вибрационного диагностирования. Преподаватели знакомы с используемой системой обучения и требованиям к обучению в соответствии с нормативным документами, имеют технические знания и опыт в области вибрационного диагностирования, регулярно проходят курсы повышения квалификации, участвуют в тематических конференциях, семинарах и выставках, всё это позволяет преподавателям поддерживать технический уровень и быть в курсе последних достижений в области методов вибрационного диагностирования.

8. Формы аттестации

Для оценки знаний после прохождения курсов повышения квалификации, по дополнительной профессиональной программе, каждый слушатель должен пройти аттестацию в виде тестирования. Итоговая аттестация проводится аттестационной комиссией с целью оценки знаний после прохождения курса повышения квалификации. Оценка знаний производится после проверки аттестационной комиссией итоговых аттестационных тестов. Итоговой оценкой знаний слушателей является: процент правильных ответов относительно общего количества вопросов.

9. Оценочные материалы

Теоретический тест состоит из 20 вопросов, разделенных на группы. По каждому вопросу предлагается несколько вариантов ответов (не менее 4) один из которых является правильным. Аттестуемый слушатель должен выбрать из предлагаемых ответов один правильный ответ. За правильный ответ присваивается +1 балл, за НЕправильный ответ – 0 балов.

Тест по практическим заданиям состоит из 9 заданий, в которых слушателю предлагается проанализировать измерения вибрации (спектры вибрации, СКЗ, Пик-фактор и т.д.), выполненные на узлах локомотивов в частности колесно-моторных блоках. Анализ вибрации проводится при помощи экспертной программы, в которой отключен диагностический модуль, т.е. программа не определяет в автоматическом режиме вид дефекта и степень его развития, но распознает и отмечает линии в спектрах, соответствующие тем или иным функциональным частотам. В тесте должны быть представлены задания с измерениями вибрации подшипниковых узлов, в том числе подшипников с различными дефектами, а также бездефектных узлов.

При решении теста по практическим заданиям слушатель должен определить:

1. Вид дефекта.
2. Основные диагностические признаки.
3. Дополнительные диагностические признаки.
4. Принять решение о дальнейшей эксплуатации подшипникового узла.

Оценка правильности решения практических заданий происходит по следующим правилам:

1. Вид дефекта:

1.1. За правильное определение вида дефекта присваивается +3 балла.

1.2 За НЕправильное определение или не определение вида дефекта вычитается – 3 балла.

2. Основные диагностические признаки:

2.1 За правильное определение одного основного признака дефекта присваивается + 1 балл.

2.2 За НЕправильное определение или не определение одного основного признака дефекта вычитается – 1 балл.

3. Дополнительные диагностические признаки:

3.1 За правильное определение одного дополнительного признака дефекта присваивается + 1 балл.

3.2 За НЕправильное определение или не определение одного дополнительного признака дефекта вычитается – 1 балл.

4. Решение о дальнейшей эксплуатации подшипникового узла:

4.1 За правильное принятие решения о дальнейшей эксплуатации диагностируемого узла присваивается +3 балла.

4.1 За НЕправильное принятие решения или не принятие решения о дальнейшей эксплуатации диагностируемого узла вычитается –3 балла.

После проверки тестов, присвоенные баллы суммируются отдельно по теоретическому тесту, отдельно по практическому тесту, затем подсчитывается

общее количество набранных баллов.

Для оценки знаний слушателя вычисляется процентное соотношение набранных баллов к максимально возможному количеству баллов по выданным заданиям.

Слушатель считается аттестованным, если общий процент правильных ответов (решений) по теоретическому и практическому тесту составляет более 75%.

10. Список рекомендуемой литературы

1. ГОСТ 25866-83 Эксплуатация техники. Термины и определения. – М: Изд-во стандартов, 1983. – 9 с.

2. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990.

3. ГОСТ 18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1991.

4. РД 50-204-87 Методические указания по надежности в технике. Сбор и обработка информации о надежности изделий в эксплуатации. Основные положения.

5. Об организации метрологического обеспечения в ОАО «РЖД». Распоряжение № 1594р от 11.10.2005 г.

6. ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 2010.

7. ГОСТ 27518-87 Диагностирование изделий. Общие требования. – М: Изд-во стандартов, 1989. – 7 с.

8. ГОСТ ИСО 10816-1-97. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть I. Общие требования.

9. ГОСТ ИСО 10816-3-2002. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Промышленные машины номинальной мощностью более 15 кВт и номинальной скоростью от 120 до 15000 мин$^{-1}$.

10. ГОСТ Р ИСО 7919-1-99 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибраций на вращающихся валах. Общие требования.

11. ГОСТ ИСО 7919-3-2002 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Промышленные машинные комплексы.

12. ГОСТ ISO 2954-2014 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Требования к средствам измерений.

13. ГОСТ 24346-80 Вибрация. Термины и определения.

14. ГОСТ 24347-80 Вибрация. Обозначения и единицы.

15. ОАО «Российские железные дороги». Вибрационное диагностирование узлов локомотивов. ПКБ ЦТ.06.0050. – М., 2013.

16. ОАО «Российские железные дороги». Проведение вибрационного диагностирования подшипников качения колесно-моторных, колесно-редукторных блоков, тяговых электродвигателей и колесных пар локомотивов. Технологическая инструкция. ПКБ ЦТ.25.0142. – М., 2012.

17. ОАО «Российские железные дороги». Узлы с подшипниками качения железнодорожного подвижного состава. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту ПКБ ЦТ.06.0073. – М., 2013.

18. Современные методы и средства вибрационной диагностики машин и конструкций / Ф. Я. Балицкий [и др.] / Научно-технический прогресс в машиностроении: сборник. – 1990. – Вып. 25. – 114 с.

19. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов / Ф. Я. Балицкий [и др.]. – М.: Наука, 1984. – 120 с.

20. Барков А.В. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации / А.В. Барков, Н.А. Баркова. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2004. – 156 с.

21. Баркова Н.А Введение в виброакустическую диагностику роторных машин и оборудования / Н.А. Баркова. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2002. – 156 с.

22. Барков А.В. Вибрационная диагностика колесно-редукторных блоков на железнодорожном транспорте / А.В. Барков, Н.А. Баркова, В.В. Федорищев. – СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2002. – 103 с.

23. Барков А.В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации / А.В. Барков, Н.А. Баркова, А.Ю. Азовцева. – СПб.: Изд. Центр Гос. морского тех. ун-та, 2000. – 169 с.

24. Герике Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов. Ч. 1 / Б.Л. Герике // Мониторинг технического состояния по параметрам вибрационных процессов. –1999. – 188 с.

25. Герике Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов. Ч. 2 / Б.Л Герике // Диагностика технического состояния на основе анализа вибрационных процессов. – 1999. – 229 с.

26. Игуменцев Е.А. Стратегия эксплуатации по состоянию и вибрационная диагностика / Е.А. Игуменцев, Я.С. Марчук, С.В. Гетьманенко // Мир техники и технологии. – 2001. – № 3. – С. 32-34.

27. Вибрации в технике: справочник. Т. 31. – М.: Машиностроение, 1980. – 544с.

28. Генкин М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М.Д. Генкин, А.Г. Соколова. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.

29. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических

измерениях / Ж. Макс. – Пер. с фран. – М. Мир, 1983. – Т. 1. – 312 с.

30. Приборы и системы для измерения вибрации шума и удара. Справочник / Под ред. В.Б. Клюева. – М.: Машиностроение, 1978. – Т. 1. – 448 с.

31. О создании комплексной системы обеспечения безопасности населения на транспорте. Указ Президента РФ от 31.03.2010 г., № 403.

32. Об уровнях безопасности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств и о порядке их объявления (установления). Постановление Правительства РФ от 10.12.2008 г., № 940.

33. О порядке ведения реестра категорирования ОТИ и ТС: Приказ Минтранса России от 29.01.2010 г., № 22.

34. О порядке установления количества категорий и критериев категорирования ОТИ и ТС. Приказ Минтранса России от 03.11.2009 г., № 194.

35. Об утверждении порядка разработки планов обеспечения транспортной безопасности ОТИ и ТС. Приказ Минтранса России от 11.02.2010 г., № 34.

36. Об утверждении перечня потенциальных угроз совершения актов незаконного вмешательства в деятельность ОТИ и ТС. Приказ Минтранса России и МВД России от 05.03.2010 г., № 52/112/134.

37. Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве. Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 24.10.2002 г., № 73.

38. Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях.

Учебная программа разработана:

Начальник научно-образовательного центра В. К. Мехедов

«____»_____20__ г.