

«УТВЕРЖДЕНО»

Приказом № 02/ОБ от «30» 09 2024 г.

Генеральный директор ООО УЦПК «ВИБРО-ЛАЗЕР»



/В.В. Севастьянов/

«сентября» 2024 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
VL-02 «СПЕЦИАЛИСТ ПО БАЛАНСИРОВКЕ РОТОРОВ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

И НА БАЛАНСИРОВОЧНЫХ СТАНКАХ»

(полное наименование программы ДПО)

форма подготовки: очная

объем (трудоемкость): 40 часов

Составители:

Методист ДПО: Севастьянов В. В.
Технический консультант: Семенов Ф.В.

г. Санкт-Петербург

2024 г.

ООО УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ «ВИБРО-ЛАЗЕР»

Юридический и почтовый адрес: 191123 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Шпалерная д. 22, Литера А, помещение 9-Н, ком. офис 5
ИНН: 7810969798 КПП: 78-001001 ОГРН: 1247800046482 ОКПО: 88600877 ОКФС: 16 OKATO: 40298000000

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ	4
1.1. Цель и задачи реализации образовательной программы	4
1.2. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимые для освоения программы	5
1.3. Планируемые результаты обучения.....	5
1.4. Трудоемкость, режим занятий, форма обучения и аттестации.....	6
1.5. Календарный учебный график.....	6
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	6
2.1. Учебный план.....	6
2.2. Рабочая программа	7
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ	91
3.1. Материально - техническое обеспечение лекционных и практических занятий	91
3.2. Методическое обеспечение программы (для выдачи учащимся):.....	121
3.3. Информационное обеспечение программы	123
3.4. Информационное обеспечение программы.....	14
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСНОВЕНИЯ ПРОГРАММЫ.....	15
Приложение № 1 АТТЕСТАЦИОННЫЙ ТЕСТ.....	16
Приложение № 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА.....	26

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа VL-02 «Специалист по балансировке роторов на месте эксплуатации и на балансировочных станках» является образовательной программой дополнительного профессионального образования (ДПО) повышения квалификации специалистов на базе среднего профессионального и (или) высшего профессионального образования в области эксплуатации, ремонта, технического надзора и обслуживания промышленного оборудования.

Программа разработана в соответствии с основными нормативно-правовыми документами:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС): раздел «Общепрофессиональные квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях» и «Квалификационные характеристики должностей работников, занятых в научно-исследовательских учреждениях, конструкторских, технологических, проектных и изыскательских организациях», утвержденные Постановлением Минтруда РФ от 21.08.1998 № 37.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС): раздел «Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих организаций электроэнергетики», утвержденные Постановлением Минтруда РФ от 29.01.2004 № 4.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС): раздел «Квалификационные характеристики должностей работников организаций атомной энергетики», утвержденный Приказом Минздравсоцразвития РФ от 10.12.2009 № 977.
- ГОСТ Р ИСО 18436-2 «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 2. Вибрационный контроль состояния и диагностика».

Предметом изучения данной программы ДПО является методология, соответствующая лучшим отраслевым практикам измерения, анализа и коррекции, связанная с подготовкой вращающихся механизмов к пуску и эксплуатации и относящиеся к требованиям динамической сбалансированности ротора на его рабочих оборотах или в диапазоне рабочих оборотов. Учащийся знакомится с основными приемами балансировки жестких и гибких роторов на балансировочном станке и на месте эксплуатации. Типичными объектами для балансировки на станках являются валы и рабочие колеса промышленных агрегатов, а для балансировки на месте эксплуатации – компрессоры, турбины, дымососы, вентиляторы и другие вращающиеся агрегаты.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Данная программа является программой дополнительного профессионального образования повышения квалификации на базе высшего и (или) среднего профессионального образования.

1.1. Цель и задачи реализации образовательной программы

Цель реализации образовательной программы – освоение знаний, умений и навыков необходимых для профессиональной деятельности при проведении работ по балансировке (процедура по уравниванию вращающихся элементов механизма с целью снижения вибрации и достижения совпадения оси инерции и оси вращения) роторов на месте эксплуатации при помощи переносных устройств измерения вибрации и на балансировочных станках.

Исходя из поставленной цели, программа повышения квалификации рассчитана на **решение задач**, связанных с изучением последовательности операций при проведении работ по балансировке роторов вращающихся механизмов, включая:

- физические основы вибрации роторного оборудования;
- диагностические признаки наличия неуравновешенности валов механизмов – для оценки необходимости проведения работ по балансировке на месте эксплуатации;
- балансировка роторов на месте (эксплуатации) по параметрам измерения сигнала вибрации с учетом и без учета фазы сигнала. Одно- и многоплоскостная процедура.
- балансировка жестких роторов на резонансных балансировочных станках.
- нормативная база, определяющая качество выполнения работ по балансировке.

Решение задач дополнительно связано с изучением:

- для балансировки на месте эксплуатации:
 - функциональные возможности переносных приборов для измерения вибрации и балансировки;
 - программное обеспечение для расчетов величин корректирующих масс и мест их установки;
 - процедура проведения балансировки с измерением фазы вибрационного сигнала;
 - процедура проведения балансировки на основе амплитуды вибрации без измерения фазы;
- для балансировки на станках:
 - конструктивные особенности балансировочных станков;
 - функциональные возможности балансировочных станков;
 - процедура проведения балансировки на резонансном балансировочном станке.

Для решения указанных задач проводится теоретическая подготовка и организуются практические занятия с использованием виброизмерительных приборов и балансировочных станков. В качестве оборудования для проведения практических работ используются тренировочные стенды, приборная база и системы, реализуемые от торгового бренда VIBRO-LASER™ и компаний Партнеров.

По согласованию, в дополнение к базовой части программы, возможна организация практических работ на оборудовании Заказчика, в том числе с использованием виброизмерительных приборов или балансировочных станков, имеющих у Заказчика.

1.2. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимого для освоения программы

Категория слушателей: лица с высшим или средним профессиональным образованием, специалисты, занятые в области технического обслуживания, ремонта и эксплуатации вращающихся машин и механизмов, занимающиеся монтажом и выставлением соосности (центровкой) валов.

Программа ДПО рекомендована для следующих должностей и профессий: специалист по балансировке; специалист по вибродиагностике; главный (ведущий) инженер, механик, энергетик; мастер по ремонту оборудования; инженер по эксплуатации оборудования; инженер по наладке и испытаниям; слесарь-ремонтник.

Наличие высшего или среднего профессионального образования должно подтверждаться дипломом.

1.3. Планируемые результаты обучения

После изучения программы ДПО повышения квалификации VL-02 «Специалист по балансировке роторов на месте эксплуатации и на балансировочных станках», учащийся должен продемонстрировать следующие результаты:

- знать:

- основные термины и определения в области вибрации, а также применяемые в науке, технике и производстве термины в области балансировки вращающихся тел;
- физические основы вибрации роторного оборудования;
- основные источники вибрации роторных машин и механизмов, в особенности причины повышенной вибрации на частоте вращения роторов;
- технологию балансировки жестких роторов на балансировочных станках и в составе агрегатов;
- правила техники безопасности при работе с вращающимся оборудованием и проведения процедуры балансировки, в том числе требования, относящиеся к монтажу датчиков вибрации и требования к установке пробных и корректирующих масс (НДП «крепление балансировочных грузов»);
- устройство и принцип действия виброизмерительных приборов и балансировочных станков;
- способы наладки и проверки на точность обслуживаемого оборудования;
- особенности балансировки деталей и узлов сложной конфигурации;
- нормативную базу и общее руководство по принципам балансировки машин и использованию для этих целей методов, установленных в межгосударственных стандартах и национальных стандартах Российской Федерации.

- уметь:

- выявлять причину повышенной вибрации агрегатов на частоте вращения;
- определять вид неуравновешенности и требуемое количество плоскостей коррекции для устранения дисбаланса;
- выполнять работы по балансировке в том числе:
 - проводить балансировку на месте (эксплуатации) жестких роторов и роторов, балансируемых как жесткие с учетом и без учета фазы вибрационного сигнала;
 - проводить работы по балансировке на балансировочных станках;
- составлять отчеты и классифицировать результаты проведения балансировочных работ.

- иметь навыки:

- настройки приспособлений, приборов и систем измерения вибрации и балансировки;
- проведения балансировки на балансировочных станках и на месте эксплуатации;
- оформления отчетной документации по результатам проведенных работ по балансировке.

1.4. Трудоемкость, режим занятий, форма обучения и аттестации

Артикул: VL-02

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе: 40 академических часов.

Формы обучения: очная

Продолжительность ежедневных учебных занятий: 8 (восемь) академических часов (1 ак. час = 45 мин).

Форма аттестации: по окончании обучения проводится итоговая аттестация в установленном порядке (тестирование в электронной форме и практическая работа). По результатам итоговой аттестации выдается Удостоверение о повышении квалификации, установленного обучающей организацией образца.

№ п/п	Наименование программы обучения	Часов	Дней	Месяцы года											
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1	VL-02 « Специалист по балансировке роторов на месте эксплуатации и на балансировочных станках»	40	5	В течение года, по мере набора группы.											

1.5. Календарный учебный график

Форма обучения	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	Итого количество часов
Лекции	6	5	5	4	2	40
Практические занятия	2	3	3	4	4	
Итоговая аттестация	-	-	-	-	2	
Итого	8	8	8	8	8	

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

№	Наименование разделов / модулей	Всего часов	В том числе:		Форма контроля / итоговая аттестация
			Лекции	Практические занятия	
1.	Техническая диагностика и виброналадка	6	4	2	-
2.	Основы вибрации. Вибрация ротора в опорах вращения	6	5	1	-
3.	Балансировка роторов. Общие положения	6	6		-
4.	Балансировка ротора на месте (эксплуатации)	12	3	9	Практическая работа
5.	Балансировка роторов на балансировочных станках	8	4	4	Практическая работа
6.	Особенности балансировки гибких роторов и валопроводов				-
7.	Составление отчетной документации				-

8.	Итоговая аттестация	2		2	Тестирование в электронной форме
	Всего:	40	22	18	

2.2. Рабочая программа

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Форма контроля*
1.	Техническая диагностика и виброналадка	4	4	-	Текущий контроль
1.1.	Стратегии диагностики и формы технического обслуживания и ремонта		1	-	
1.2.	Определение надежности оборудования и качества выполняемых работ		1	-	
1.3.	Статистика основных причин выхода из строя оборудования		1	-	
1.4.	Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. Понятие виброналадки		0,5	-	
1.5.	Обзор решений задач ТДиНК		0,5	-	
2.	Основы вибрации. Вибрация ротора в опорах вращения	4	4	-	Текущий контроль
2.1.	Термины и определения в области вибрации, Колебательные силы в машинах и механизмах. Виды вибрации и их источники, причины повышенной вибрации на частоте вращения роторов		1	-	
2.2.	Измеряемые величины: виброперемещение, виброскорость, виброускорение и их энергетические параметры: пиковое значение, размах, среднеквадратичное значение. Единицы измерений и соотношения между ними		1	-	
2.3.	Период и частота колебаний. Представление вибрации в частотной и временной областях		1	-	
2.4.	Определение фазы колебаний. Амплитудно-фазовые зависимости вибрации.		0,5	-	
2.5.	Нормативная база определения состояния оборудования по параметрам вибрации и общее руководство по принципам балансировки машин и использованию для этих целей методов, установленных в межгосударственных стандартах и национальных стандартах Российской Федерации		0,5	-	
3.	Балансировка роторов. Общие положения	6	6	-	Текущий контроль
3.1.	Термины в области балансировки вращающихся тел. Виды неуравновешенности.		1	-	
3.2.	Причины возникновения дисбаланса. Причины, ограничивающие эффективность проведения балансировки.		0,5	-	
3.3.	Определение типа ротора. Процедуры проведения балансировки жестких и гибких роторов		0,5	-	
4.	Балансировка ротора на месте (эксплуатации)	4	4	-	Текущий

4.1.	Основания и цели для проведения балансировки на месте эксплуатации		2	-	контроль
4.2.	Критерии проведения балансировки		2	-	
4.3.	Меры безопасности при проведении работ по балансировке на месте (эксплуатации). Требования к установке пробных и корректирующих масс.				
4.4.	Метод векторных диаграмм. Векторное построение и процедура проведения балансировки роторов на месте (эксплуатации)				
	○ с учетом фазы вибрационного сигнала				
	○ без учета фазы вибрационного сигнала				
4.5.	Представление результатов. Отчетная документация.				
5.	Балансировка роторов на балансировочных станках	4	4	-	Текущий контроль
5.1.	Понятие качества балансировки ротора (детали)		1	-	
5.2.	Классификация механических систем балансировочных станков		1	-	
5.3.	Устройство и принцип действия балансировочных станков				
5.4.	Процедура расчета и установки (выборки) корректирующих масс		1	-	
6.	Особенности балансировки гибких роторов и валопроводов	2	-	2	Текущий контроль
	Начальная балансировка на низких скоростях вращения		-		
	Балансировка роторов и валопроводов на нестабильной частоте вращения		-		
	Поиск резонансов в агрегате и ослаблений конструкции		-		
	Алгоритмы выбора пробных масс		-		
	Программное обеспечение (калькуляторы) для балансировки роторов		-		
7.	Составление отчетной документации	2	-	2	Текущий контроль
	Работа с программным обеспечением для составления отчетов по балансировке				
	Итоговая аттестация	2	-	2	Тестирование в электронной форме и практическая работа
	ИТОГО:	40	22	18	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

3.1. Кадровое обеспечение образовательного процесса

К преподаванию в части чтения лекций и проведения практических занятий привлекаются специалисты в области эксплуатации, ремонта, технического надзора и обслуживания промышленного оборудования.

Требования к квалификации педагогических кадров, обеспечивающих обучение: наличие среднего профессионального или высшего профессионального образования, соответствующего профилю программы.

3.2. Материально – техническое обеспечение лекционных и практических занятий

Оснащение лекционного класса

Реализация теоретической части образовательной программы осуществляется в учебных классах с использованием следующих технических средств для организации процесса обучения:

- Персональные компьютеры с программным обеспечением
- Акустическая система
- Проекционный экран
- Учебно-методические плакаты и информационные баннеры
- Кулер для воды
- Кондиционер воздуха
- Письменные столы и стулья
- Место преподавателя.

Класс для практических занятий:

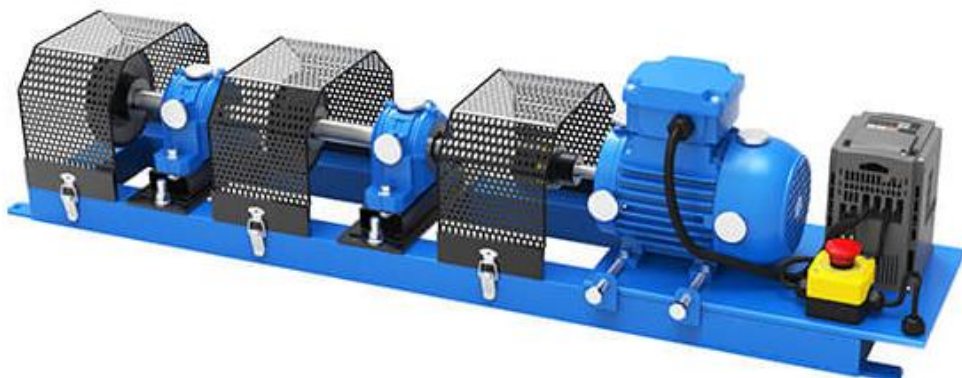
Реализация практической части учебной программы курса осуществляется в учебном классе с использованием следующих технических средств, для организации процесса обучения:

- Верстаки для размещения учебных стендов
- Учебные ламинированные плакаты
- Магнитно-маркерная доска
- Тренировочные стенды
- Измерительные приборы

Оборудование:

- **VL-EDU-01 Тренировочный стенд**

VL-EDU-01



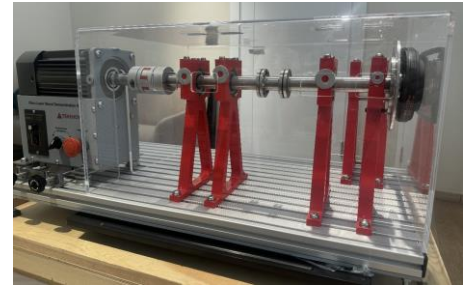
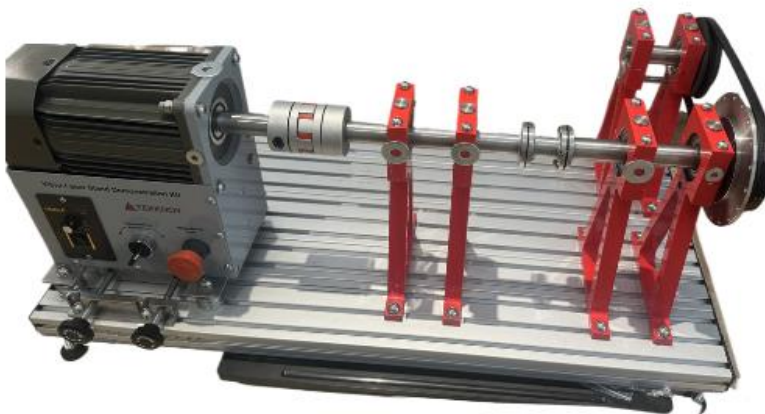
Стенд предназначен для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов. Отрабатываются навыки:

- монтаж (сборка/разборка) вращающегося оборудования, включая монтаж/демонтаж подшипниковых узлов;
- проверка геометрии рамы;
- центровка гибкой муфты;
- выставление соосности подшипниковых опор;

- балансировка по двум плоскостям коррекции;
- вибродиагностика и оценка состояния оборудования.

- **VL-EDU-02 Тренировочный стенд**

VL-EDU-02



Стенд предназначен для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и выверке ременных передач. Отрабатываются навыки:

- центровка гибкой муфты и промежуточной вставки для соединения валов
- выверка ременной передачи
- балансировка по одной плоскости коррекции
- вибродиагностика и оценка состояния оборудования

- **Зарезонансный балансировочный станок**



Трехосевой беспроводной вибрационный датчик стационарного типа с температурным каналом VIBRO-DOTS VIBRO-DOTS — компактный автономный сенсор, легко настраиваемый для непрерывного мониторинга рабочего состояния вращающегося оборудования. Предназначен для непрерывного мониторинга рабочего состояния вращающегося оборудования. В приборах VIBRO-LASER используются новейшие цифровые технологии, передача данных происходит по Bluetooth сигналу.	
Трехосевой портативный беспроводной виброанализатор с температурным каналом VIBRO-SCANNER Устройство для подробной оценки состояния оборудования на основе вибрации с функциями первичной диагностики и проведения балансировки на месте эксплуатации. Устройство оснащено ЖК-дисплеем, который объединяет одновременное измерение вибрации в направлениях X, Y и Z, обеспечивая простоту использования. VIBRO-SCANNER выявляет возможные дефекты подшипников, проблемы с дисбалансом, нарушения центровки и многое другое. В приборах VIBRO-LASER используются новейшие цифровые технологии, передача данных происходит по Bluetooth сигналу.	
Виброанализатор STD-3300 Виброанализатор STD-3300 — мощнейший 2-х каналный виброанализатор, позволяющий собирать и анализировать данные по двум каналам синхронно. Максимальные диагностические возможности и функция балансировки делают его незаменимым инструментом для определения неисправностей промышленного оборудования. Функциональные возможности: • Автоматическое определение типов и параметров подключаемых датчиков • Измерение общего уровня (и сигнализация) • Анализ сигнала (волны, спектры, огибающие, фильтры, орбиты и другие функции) • Сбор длинного сигнала и последующий анализ • Разгон/выбег (АЧХ, АФЧХ) • Анализ в реальном времени • Балансировка • Возможность работы с ударным молотком • Возможность подключения к системам непрерывного контроля, таким как Bently Nevada, Brüel & Kjær, ИВ-Д-ПФ, СВКА и другим • Возможность работать во взрывоопасных помещениях – ExibIIBT3	

Виброметр-тахометр-балансировщик ВТБ-2М

ВТБ 2М предназначен для виброконтроля и балансировки роторных машин. Балансировка роторов может осуществляться как с помощью балансировочного стенда, так и в собственных опорах (без снятия ротора).

Прибор ВТБ 2 эффективно применяется как экономичное решение для создания технологии поддержания исправного состояния механизмов на предприятиях любого уровня:

- контроль текущего технического состояния механизмов в соответствии с международным стандартом ISO-10816
- контроль качества сбалансированности роторов и качества центровки составных роторов
- бесконтактный контроль оборотов роторов
- проведение динамической балансировки роторов механизмов на месте их установки, на эксплуатационных режимах
- ведение базы данных виброизмерений, прогнозирование остаточного ресурса механизмов, сроков технического обслуживания и ремонта



3.3. Методическое обеспечение программы (для выдачи учащимся):

- Техническое описание приспособлений, приборов и систем измерения вибрации и балансировки.
- Фирменная сумка (или пакет), блокнот, ручка для записей.

3.4. Информационное обеспечение программы

Список литературы:

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. Под. ред. Генкина М.Д. - М.:Машиностроение, 1981- Т. 6. - 456 с.
2. Бочарников В.Ф. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования: Учебное пособие. - Тюмень: ТюмГНГУ, 1995. - 100 с.
3. Исакович М.М., Клейман Л.И., Перчанок Б.Х. Устранение вибраций электрических машин. – 2-е изд., Л.: Энергия. –1979, - 200 с.
4. Русов В.А. Спектральная вибродиагностика. 1 вып. – Пермь, изд. Фирмы "Вибро-Центр",1996, 176 с.
5. Ивович В.А.. Онищенко В.Я. Защита от вибрации в машиностроении. – М.:Машиностроение, 1990. – 272 с.
6. Ширман А.Р. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования. Москва: Наука, 1996. - 276 с
7. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации. Учебное пособие. СПб. Изд. СПб ГМТУ. 2004. 151 с
8. Зусман Г.В., Барков А.В. Вибродиагностика. Учебное пособие. Под общей редакцией академика РАН В.В. Ключева. М., Издательский дом «Спектр». 2011. 214с
9. Неразрушающий контроль: Справочник: Т. 7: В 2 кн. Кн. 2: Ф.Я. Балицкий, А.В.Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика, - М.: Машиностроение, 2005.
10. ГОСТ Р ИСО 20806-2007 Вибрация. Балансировка на месте роторов больших и средних размеров. Критерии и меры безопасности;
11. ГОСТ ИСО 1940-1-2007 Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов. Часть 1. Определение допустимого дисбаланса;
12. ГОСТ ИСО 1940-2-99 Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов. Часть 2. Учет погрешностей оценки остаточного дисбаланса;
13. ГОСТ ИСО 7919-1-2002 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Общие требования;

14. ГОСТ ИСО 7919-3-2002 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Промышленные машинные комплексы;
15. ГОСТ ИСО 7919-4-2002 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Газотурбинные агрегаты;
16. ГОСТ ИСО 20816-1-21 Вибрация. Измерения вибрации и оценка вибрационного состояния машин. Часть 1. Общее руководство;
17. 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;
18. ГОСТ ИСО 10816-4-2002 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 4. Газотурбинные установки;
19. ГОСТ 19534-74 Балансировка вращающихся тел. Термины;
20. ГОСТ 20076-2007 (ИСО 2953:1999) Вибрация. Станки балансировочные. Характеристики и методы их проверки;
21. ГОСТ 24346-80 Вибрация. Термины и определения;
22. ГОСТ 25364-97 Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации опор валопроводов и общие требования к проведению измерений;
23. ГОСТ 27165-97 Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации валопроводов и общие требования к проведению измерений;
24. ГОСТ 28989-91 (ИСО 3719-82) Станки балансировочные. Символы на панелях управления;
25. ГОСТ 31186-2002 (ИСО 10814:1996) Вибрация. Подверженность и чувствительность машин к дисбалансу;
26. ГОСТ 31320-2006 (ИСО 11342:1998) Вибрация. Методы и критерии балансировки гибких роторов;
27. ГОСТ 31321-2006 (ИСО 7475:2002) Вибрация. Станки балансировочные. Ограждения и другие средства защиты;
28. ГОСТ 31322-2006 (ИСО 8821:1989) Вибрация. Требования к балансировке элементов ротора, собираемых с помощью шпонки;

Программно-информационные ресурсы:

1. www.vibrolaser-edu.pro
2. www.tek-know.ru
3. www.vibrorotor.ru

4. Контроль и оценка результатов освоения программы

Текущий контроль и оценка результатов освоения учебной программы осуществляются преподавателем в процессе проведения занятий в счет часов, отведенных на изучение раздела/модуля.

Итоговая аттестация проходит в форме тестирования в электронной форме и выполнения практического задания.

Слушатель допускается к итоговой аттестации после изучения дисциплин в объеме, предусмотренном учебным планом дополнительной профессиональной программы повышения квалификации. Итоговая аттестация проводится комиссией в составе: председателя, секретаря и не менее 2-х членов комиссии.

Форма, условия проведения итоговой аттестации и перечень контрольных вопросов для проверки знаний разрабатываются аттестационной комиссией, утверждаются руководителем организации и доводится до сведения обучающихся в начале обучения.

При освоении программы повышения квалификации параллельно с получением высшего образования, удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании.

Лицам, успешно освоившим данную программу, и прошедшим итоговую аттестацию выдается удостоверение о повышении квалификации.

Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть образовательной программы, выдается справка установленного образца об обучении (о периоде обучения).

<i>Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)</i>	<i>Формы и методы контроля и оценки результатов обучения</i>
Учащийся должен уметь: • выявлять причину повышенной вибрации агрегатов на частоте вращения; • определять вид неуравновешенности и требуемое количество плоскостей коррекции для устранения дисбаланса; • выполнять работы по балансировке в том числе: ○ проводить балансировку на месте (эксплуатации) жестких роторов и роторов, балансируемых как жесткие с учетом и без учета фазы вибрационного сигнала; ○ проводить работы по балансировке на балансировочных станках; • составлять отчеты и классифицировать результаты проведения балансировочных работ. • настраивать приспособления, приборы и системы измерения вибрации и балансировки; • проводить балансировку на балансировочных станках и на месте эксплуатации; • оформлять отчетную документацию по результатам проведенных работ по балансировке.	Наблюдение и экспертная оценка эффективности и правильности принимаемых слушателями решений на практических занятиях.
Учащийся должен знать: • основные термины и определения в области вибрации, термины в области балансировки вращающихся тел; • физические основы вибрации роторного оборудования; • основные источники вибрации роторных машин и механизмов, в особенности причины повышенной вибрации на частоте вращения роторов; • технологию балансировки жестких роторов на балансировочных станках и в составе агрегатов; • правила техники безопасности при работе с вращающимся оборудованием и проведения процедуры балансировки, в том числе требования, относящиеся к монтажу датчиков вибрации и требования к установке пробных и корректирующих масс (НДП «крепление балансировочных грузов»); • устройство и принцип действия виброизмерительных приборов и балансировочных станков; • способы наладки и проверки на точность обслуживаемого оборудования; • особенности балансировки деталей и узлов сложной конфигурации; • нормативную базу и общее руководство по принципам балансировки машин и использованию для этих целей методов, установленных в межгосударственных стандартах и национальных стандартах Российской Федерации	Итоговая аттестация проводится в виде проведения аттестационного теста с использованием электронной системы проверки знаний. Проведение тестирования слушателей осуществляется по вопросам, изложенным в Приложении 1. Для успешного прохождения теста необходимо набрать не менее 75% правильных ответов.