

«УТВЕРЖДЕНО»

Приказом № 04/ОБ от «18» июня 2025 г.

Генеральный директор ООО УЦПК «ВИБРО-ЛАЗЕР»



В.В. Севастьянов/

«18» 06 2025 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
VL-01 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ЦЕНТРОВКЕ И МОНТАЖУ ОБОРУДОВАНИЯ»**

(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

2025 г.

## 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, необходимого 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 .....	7
2.1. Учебный план.....	7
2.2. Рабочая программа .....	7
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ .....	11
3.1. Кадровое обеспечение образовательного процесса .....	11
3.2. Материально – техническое обеспечение лекционных и практических занятий. ....	11
3.3. Методическое обеспечение программы (для выдачи учащимся):.....	16
3.4. Информационное обеспечение программы .....	16
4. Контроль и оценка результатов освоения программы.....	17
Приложение №1_АТТЕСТАЦИОННЫЙ ТЕСТ .....	18
Приложение №2 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА .....	28

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Программа **VL-01 «Специалист по центровке и монтажу оборудования»** 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.

**Предметом** изучения данной программы ДПО является методология, соответствующая лучшим отраслевым практикам измерения, анализа и коррекции, связанная с подготовкой вращающихся механизмов, соединенных посредством гибкой муфты, к пуску и эксплуатации, и относящиеся к требованиям его монтажа на фундаментные основания и выставлению соосности вращения приводной машины относительно стационарной. Примером таких машин могут являться электродвигатели, приводящие во вращение насосы, компрессоры, вентиляторы, редукторы или подобные механизмы. Изучаются условия монтажа, только непосредственно влияющие на соосность валов, вводится система оценки допустимых значений несоосности валов и правила перемещения корпусов механизмов для достижения идеальной центровки.

## **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 проведения работ по центровке (устранение нарушения соосности вращения) муфтовых соединений вращающихся механизмов и их надлежащему монтажу на фундаментные основания. Рассматриваются вращающиеся машины как соединенные гибкими муфтами, так без соединения (проверка оси вращения), а также соединения с промежуточным валом (промвставка) и нормирование допустимых величин несоосности в каждом случае. Изучаются вопросы геометрических измерений: прямолинейность и плоскостность.

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

- оценку необходимости проведения работ, диагностические признаки наличия нарушений соосности вращения осей валов механизмов;
- выбор метода измерений и требования к инструментальным средствам (системы с часовыми индикаторами и лазерные измерительные системы);
- выбор (при необходимости расчет) требуемых допусков на угловую и параллельную несоосность в зависимости от типа муфты и скорости вращения роторов;
- предварительные действия, в том числе:
  - требования к фундаментам, трубным соединениям насосных агрегатов и затяжке всех элементов креплений;
  - оценка биений валов и полумуфт;
  - оценка равномерности распределения нагрузки на опорах механизма, устранение дефекта «мягкая лапа» центровочными пластинами и регулируемые опоры;
  - оценка необходимости и порядок учета тепловых и динамических смещений осей роторов во время работы механизмов;
  - грубая центровка, устранение эффекта провисания механизма на муфте;
- выполнение процедуры точной центровки агрегатов и валопроводов;
- оценка качества проведенных работ и документирование результатов.

**Решение задач**, связанных с изучением работы лазерных систем измерений, функционал которых имеет возможность проводить оценку точности геометрических замеров, включая:

- особенности работы конструкций лазерных измерительных систем центровки, в т.ч.:
  - с одним лазером и одним или двумя приемниками;
  - с двумя лазерами и одним или двумя приемниками;
  - цифровая и аналоговая технологии работы приемников;
- выбор метода проведения замеров лазерными системами центровки:
  - «часовой» метод (9-0-3);
  - метод «усеченный угол»;
  - «многоточечный» метод;
  - «непрерывный» метод;
- проведение геометрических измерений:
  - прямолинейность;
  - плоскостность;
  - «скручивание» рам и фундаментных конструкций

Для решения указанных задач проводится теоретическая подготовка и организуются практические занятия с использованием измерительных систем, включая: механические (щупы, лекальные линейки), индикаторные (часовые индикаторы) и лазерные (приборы лазерной центровки и выверки геометрии оборудования). В качестве оборудования для проведения практических работ используются учебно-тренировочные стенды, VR-тренажеры и программное обеспечение бренда VIBRO-LASER™; при этом контрольно-измерительный инструмент и системы центровки являются мультибрендовыми и представлены разными российскими и зарубежными производителями, широко используемыми на российских промышленных предприятиях.

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

Категория учащихся: лица с высшим или средним профессиональным образованием, занятые в области монтажа, технического обслуживания, эксплуатации и ремонта промышленного оборудования (по отраслям); исполнители работ, связанных с выставлением соосности (центровкой) валов вращающихся машин и механизмов.

Программа ДПО рекомендована для ИТР и рабочих следующих должностей и профессий: специалист по центровке и монтажу оборудования; механик ремонтно-сервисной службы; энергетик; инженер по эксплуатации оборудования; инженер по техническому надзору; наладчик технического оборудования; оператор технологических установок; слесарь-ремонтник, слесарь МСР.

Наличие высшего или среднего профессионального образования должно подтверждаться дипломом.

### ***1.3. Планируемые результаты обучения***

После изучения программы ДПО повышения квалификации VL-01 «Специалист по центровке и монтажу оборудования», учащийся должен продемонстрировать следующие результаты:

#### **- знать:**

- основы физических процессов, на которых базируется контроль несоосности и центровка;
- основные понятия, термины и определения используемые при центровке оборудования;
- последовательность действий при центровке оборудования;
- места установки измерительных модулей;
- правила и порядок монтажа крепежа для центровки;
- причины возможных погрешностей измерений;
- нормативные показатели, определяющие качество работ по центровке;
- правила составления отчетной документации по результатам работ;
- правила техники безопасности и безопасной работы по центровке и геометрическим измерениям.

#### **- уметь:**

- производить настройку системы центровки в зависимости от особенностей контролируемого оборудования и характера поставленных задач;
- производить установку приспособлений, приборов и систем центровки (в том числе использующие лазерные излучатели и приемники);
- производить измерения несоосности разными методиками и надлежащим образом проводить регулировочные и монтажные работы;
- классифицировать результаты контроля несоосности, центровки и оценивать значения несоосности в соответствии с нормативными требованиями.

- иметь навыки:

- установки и настройки приспособлений, приборов и систем центровки (в том числе использующие лазерные излучатели и приемники);
- проведения измерений несоосности оборудования;
- проведения геометрических измерений (прямолинейность и плоскостность) лазерными системами;
- оформления отчетной документации по результатам проведенных измерений.

#### 1.4. Трудоемкость, режим занятий, форма обучения и аттестации

Артикул: VL-01

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе: 40 академических часов.

Формы обучения: очная

Продолжительность ежедневных учебных занятий: 8 (восемь) академических часов (1ак.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-01 «Специалист по центровке и монтажу оборудования»	40	6	В течение года, по мере набора группы.											

#### 1.5. Календарный учебный график

Форма обучения	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 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	6	2	

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план

№	Наименование разделов / модулей	Количество часов			Форма контроля / итоговая аттестация
		Всего часов	Лекции	Практические занятия	
	<b>ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА в т.ч.:</b>	<b>22</b>		-	
1	Техническая диагностика и виброналадка	4	4	-	Текущий контроль
2	Физические основы центровки	4	4	-	Текущий контроль
3	Алгоритмы действий при проведении работ по центровке и монтажу оборудования	4	4	-	Текущий контроль
4	Контрольно-измерительный инструмент и системы центровки	6	6	-	Текущий контроль
5	Методы контроля геометрических параметров оборудования	4	4	-	Текущий контроль
	<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА в т.ч.:</b>	<b>16</b>	-	16	
6	Предварительные действия	2	-	2	Текущий контроль
7	Проведение процедуры центровки	6	-	6	Текущий контроль
8	Контроль геометрических параметров (прямолинейность и плоскостность)	4	-	4	Текущий контроль
9	Оценка качества выполненных работ по центровке и монтажу оборудования вибрационными испытаниями. Определение причин оставшейся вибрации	2	-	2	Текущий контроль
10	Составление отчетной документации	2	-	2	Текущий контроль
	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>2</b>	-	<b>2</b>	Тестирование в электронной форме и практическая работа
	<b>Всего академических часов:</b>	<b>40</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	

### 2.2. Рабочая программа

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Форма контроля*
<b>1.</b>	<b>Техническая диагностика и виброналадка</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-	<b>Текущий контроль</b>
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 оборудования		0,5	-	
1.5.	Обзор решений задач ТДиНК		0,5	-	

<b>2.</b>	<b>Физические основы центровки</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>Текущий контроль</b>
2.1.	Нормативная база руководящих документов (РД) по центровке и монтажу оборудования		1	-	
2.2.	Термины и определения: оси вращения, соосность, угол перекоса, смещение, излом		1	-	
2.3.	Признаки наличия несоосности, контроль эксплуатационных параметров оборудования.		1	-	
2.4.	Обзор основных методик центровки (механические, часовые индикаторы, лазерные системы). Формулы расчета несоосности и требуемых величин перемещений		0,5	-	
2.5.	Польза от мероприятий по центровке		0,5	-	
<b>3.</b>	<b>Алгоритмы действий при проведении работ по центровке и монтажу оборудования</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>Текущий контроль</b>
3.1.	Цели и задачи контроля и проведения центровки механо-технологического оборудования		0,5	-	
3.2.	Меры безопасности при проведении работ по центровке оборудования		0,5	-	
3.3.	Выбор метода измерений и требования к инструментальным средствам		0,5	-	
3.4.	Отличительные особенности измерительных матриц лазерных систем центровки		0,5	-	
3.5.	Выбор (правила самостоятельного расчета) требуемых допусков на угловую и параллельную несоосность в зависимости от типа муфты и скорости вращения роторов		1	-	
3.6.	Правила и допустимые пределы перемещений механизмов при центровке		0,5	-	
3.7.	Требования к специалистам по центровке и монтажу оборудования		0,5	-	
<b>4.</b>	<b>Контрольно-измерительный инструмент и системы центровки</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>Текущий контроль</b>
4.1.	Механические измерительные системы (штангенциркуль, щупы, пластины, шаблоны)		1		
4.2.	Приспособления для центровки валов индикаторами часового типа		1	-	
4.3.	Лазерные системы центровки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• VIBRO-LASER, Россия;</li> <li>• КВАНТ-ЛМ, Россия;</li> <li>• EASY-LASER, Швеция;</li> <li>• FIXTURLASER, Швеция.</li> </ul>		4	-	
<b>5.</b>	<b>Методы контроля геометрических параметров оборудования</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>Текущий контроль</b>
5.1.	Термины и определения, используемые при геометрических измерениях. Нормативные документы, регламентирующие методы измерения геометрических параметров		1	-	
5.2.	Прямолинейность (3D-представление данных)		1	-	
5.3.	Плоскостность (3D-представление данных)		1	-	
5.4.	Выверка (юстировка) шкивов ременных передач		1	-	



6.	<b>Предварительные действия</b>	2	-	2	Текущий контроль
	Расчет времени, необходимого для проведения работ в зависимости от задачи		-		
	Требования к фундаментам, трубным обвязкам и обтяжке элементов креплений		-		
	Замеры и оценка допустимых величин биений валов и полумуфт		-		
	Предварительное выравнивание и грубая центровка, контроль провисания двигателя на муфте		-		
	Оценка равномерности распределения нагрузки на опорах механизма; требования к пластинам для центровки; устранение дефекта «мягкая лапа»		-		
	Оценка необходимости и порядок учета тепловых и динамических смещений		-		
7.	<b>Проведение процедуры центровки</b>	6	-	6	Текущий контроль
	Монтаж системы центровки на валах механизма		-	0,5	
	Определение и устранение дефекта «мягкая лапа»		-	0,5	
	Разбор техники учета динамических и температурных смещений осей валов во время работы		-	0,5	
	Самостоятельный расчет требуемых допусков на угловую и параллельную несоосность в зависимости от типа муфты и скорости вращения роторов		-	1	
	Перемещение опор механизма для устранения несоосности валов, установка пластин (подкладок) для центровки, затяжка болтов		-	0,5	
	Подтверждение необходимости проведения процедуры центровки, оценка качества работ		-	1	
	Вибрационные испытания до и после, сравнение амплитуд вибраций и анализ спектра вибрации		-	1	
	Сравнение требуемых величин несоосности с полученными в ходе выполнения работ		-	1	
8.	<b>Контроль геометрических параметров оборудования (прямолинейность и плоскостность)</b>	4	-	4	Текущий контроль
	Замеры прямолинейности (для направляющих) Расчерчивание поверхности, проведение замеров и получение результата прямолинейности контрольной поверхности. Отчет по данным замера.		-	2	
	Замеры плоскостности (для рам и оснований). Расчерчивание поверхности, проведение замеров и получение результата плоскостности контрольной поверхности. Отчет по данным замера.		-	2	
9.	<b>Оценка качества выполненных работ по центровке и монтажу оборудования. Динамические испытания и определение причин оставшейся вибрации.</b>	2	-	2	Текущий контроль
	Проверка контрольно-измерительным инструментом и лазерными системами центровки		-		
	Оценка качества выполненных работ по центровке и монтажу оборудования вибрационными испытаниями.				
	Определение возможных причин оставшейся вибрации и рекомендации по виброналадке				

10	<i>Составление отчетной документации</i>	2	-	2	<i>Текущий контроль</i>
	Составление отчета по замерам приспособлением для центровки индикаторами часового типа			0,5	
	Выгрузка данных с систем лазерной центровки			0,5	
	Работа с приложением VIBRO-LASER Alignment для составления отчетов по центровке			1	
	<i>Итоговая аттестация</i>	2	-	2	<i>Тестирование в электронной форме и практическая работа</i>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>40</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

#### **3.1. Кадровое обеспечение образовательного процесса**

Требования к квалификации педагогических кадров, обеспечивающих обучение: наличие высшего технического профессионального образования. К преподаванию в части чтения лекций привлекаются специалисты, имеющие дополнительную специальность преподавателя дополнительного профессионального образования, а для проведения практических занятий привлекаются специалисты, имеющие практический опыт в области виброналадки в части центровки муфтовых соединений, эксплуатации, ремонта, технического надзора и обслуживания промышленного оборудования.

#### **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:

- Стационарный персональный компьютер для ведения занятий;
- Интерактивная панель на ОС Android с возможностью трансляции данных с устройств, рисованием и передачей изображений для сохранения на мобильные устройства через QR-код; и установленным приложением VIBRO-LASER Alignment;
- Персональные компьютеры (ноутбук) с программным обеспечением для подготовки отчетов:
  - по замерам приспособлением для центровки индикаторами часового типа;
  - лазерными системами центровки.
- Система интерактивного голосования и контроля качества знаний (пульты ДУ);
- Письменные столы и стулья для учащихся;
- Место преподавателя;
- Условия, обеспечивающие комфорт учащихся:
  - медицинская аптечка;
  - бесплатный интернет Wi-Fi;
  - кулер для воды;
  - кофе-машина;
  - кондиционер воздуха;
  - фирменная фотозона VIBRO-LASER.

##### **Класс для практических занятий:**

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

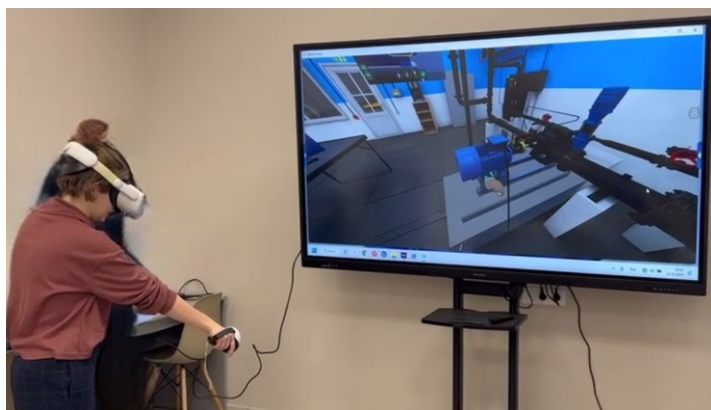
- Верстаки для размещения учебных стендов;
- Тренировочные стенды:
  - Очки виртуальной реальности и Программное обеспечение «Центровка насосного агрегата».
  - Стенд для центровки горизонтальных агрегатов;
  - Стенд для центровки вертикальных агрегатов;
  - Стенд для проверки повторяемости данных измерений;
- Контрольно-измерительный инструмент, индикаторные и лазерные системы центровки:
  - механические измерительные системы (штангенциркуль, щупы, калибры, пластины, шаблоны);
  - приспособления для центровки валов индикаторами часового типа;
  - лазерные системы центровки:
    - VIBRO-LASER, Россия;
      - центровка муфтовых соединений;
      - выставление шкивов ременных передач;
      - геометрические измерения (плоскостность и прямолинейность).
    - КВАНТ-ЛМ, Россия;
    - EASY-LASER, Швеция;
    - FIXTURLASER, Швеция.

### Оборудование:

- **VIBRO-LASER VR-тренажер «Центровка насосного агрегата»**  
Очки виртуальной реальности и Программное обеспечение «Центровка насосного агрегата».



**VIBRO-LASER VR-тренажер**

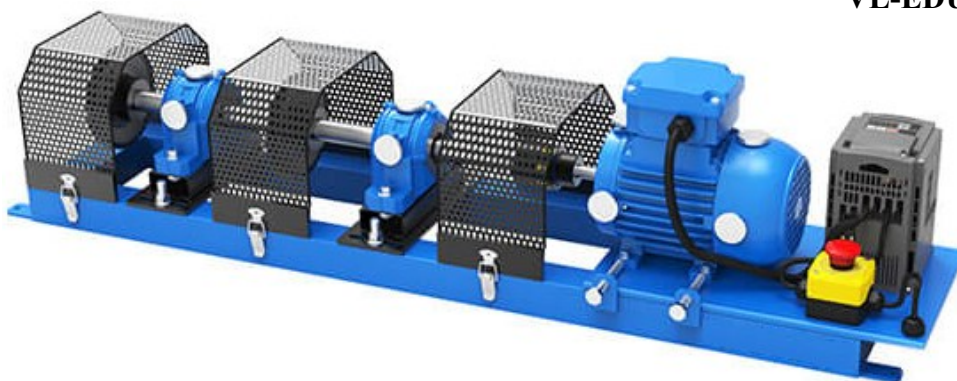


Стенд предназначен для изучения процесса центровки в условиях виртуальной реальности на насосном агрегате с выполнением полного процесса работ: требования по ТБ, подготовка насосного агрегата к проведению работ по центровке, установка лазерной измерительной системы, проведение требуемых измерений, корректировка положения подвижной части агрегата, контрольные измерения, пуск насосного агрегата в работу, подготовка отчетной документации.

Работа программы виртуальной реальности «Центровка насосного агрегата» предполагает режим обучения (с подсказками и сопровождением) и режим самостоятельной работы (без подсказок).

- **VL-EDU-01 Тренировочный стенд**  
Стенд для центровки горизонтальных агрегатов

**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
  - контроль биений валов и полумуфт;
  - моделирование и устранение эффекта «мягкая лапа»;
  - проверка компланарности опор;
  - регулировка положения осей валов для вставления соосности вращения привода и механизма;
- выставление соосности выносных подшипниковых опор;
- балансировка по одной и/или двум плоскостям коррекции;
- вибродиагностика и оценка состояния оборудования;
- оценка качества выполнения работ по центровке различными методиками.

- **VL-EDU-03 Тренировочный стенд**

Стенд для центровки горизонтальных агрегатов. Насосный агрегат.

**VL-EDU-03**



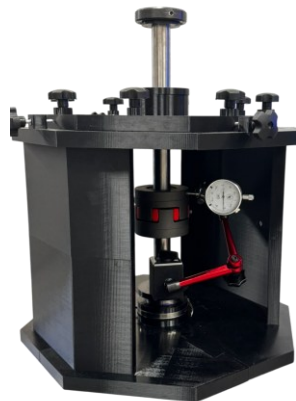
Стенд предназначен для проведения работ по центровке горизонтального насосного агрегата и проверке геометрии рамы. Отрабатываются навыки:

- проверка геометрии рамы;
- центровка гибкой муфты
  - контроль биений валов и полумуфт;
  - моделирование и устранение эффекта «мягкая лапа»;
  - проверка компланарности опор;
  - регулировка положения осей валов для вставления соосности вращения привода и механизма.
- оценка качества выполнения работ по центровке различными методиками.

- **VL-EDU-05 Стенд тренировочный**

Стенд для центровки вертикальных агрегатов

**VL-EDU-05**



Стенд предназначен для проведения работ по центровке вертикального агрегата. Отрабатываются навыки:

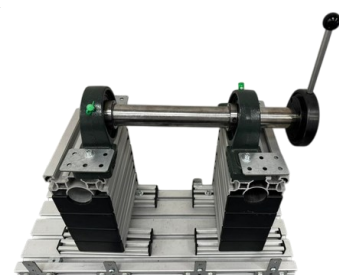
- центровка гибкой муфты:
  - контроль биений валов и полумуфт;
  - регулировка положения осей валов для вставления соосности вращения стационарной (нижней) и подвижной (верхней) машин.
- оценка качества выполнения работ по центровке различными методиками.

- **VL-EDU-07 Стенд тренировочный**

Стенд для проверки повторяемости данных измерений

**VL-EDU-07**

Отрабатываются навыки проверки повторяемости данных полученных с контрольно-измерительных систем (индикаторных и лазерных). Изучаются факторы, орицательно влияющие на процесс центровки.



**VIBRO-SCANNER - трехосевой беспроводной виброанализатор с беспроводным таходатчиком и с температурным каналом**  
Функции, используемые в образовательной программе:

- 1) Для определения наличия несоосности и преобладающего вида: смещение или излом осей.
- 2) Для проверки качества выполненных работ по центровке:
  - АВТО-диагностика возможных дефектов: определение наличия дисбаланса, несоосности, дефектов подшипников на работающем (вращающемся) агрегате.
  - Возможность получения и анализа спектра вибрации.
  - Контроль температуры подшипниковых узлов
- 3) Для моделирования дефектов, связанных с ослаблением крепления.
  - Контроль изменения амплитуд вибрации в реальном времени по трем осям (XYZ) .
- 4) При необходимости, проведение работ по балансировке.



**Механические измерительные системы (штангенциркуль, щупы, калибры, пластины, шаблоны)**

Механические измерительные системы получили широкое применение для ответственного оборудования, а также для проведения предварительных действий перед операциями точной центровки муфтовых соединений.



**Приспособления для центровки валов индикаторами часового типа с контрольным цифровым угломером**

Приспособления с часовыми индикаторами широко используются на промышленных предприятиях ввиду своей дешевизны. Отрабатываются навыки корректного проведения замеров, фиксации полученных данных, самостоятельного расчета величин несоосности и требуемых величин подвижек.









**VIBRO-LASER Belt Alignment - лазерная система для центровки (юстировки) шкивов и контроля плоскостности**

Инструмент для выравнивания шкивов и ременных передач. Точность устранения несоосности не зависит от калибровки излучателя, диаметр и толщина шкивов не имеет значения. Обеспечивается высокая точность на больших и малых расстояниях. Лазерный блок излучает независимую плоскость, что позволяет, производить работы не только по центровке, но и выполнять задачи, связанные с прямолинейностью и плоскостностью.





<p><b>VIBRO-LASER Pro Лазерная система центровки валов, Россия</b></p> <p>Используется для отработки навыков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Центровка муфтовых соединений горизонтальных агрегатов <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Часовой метод (9-0-3);</li> <li>○ Усеченный угол (от 3 до 5 замеров с интервалом 20°);</li> <li>○ Многоточечный режим;</li> <li>○ Непрерывный метод измерения.</li> </ul> </li> <li>• Центровка муфтовых соединений вертикальных агрегатов</li> <li>• Калькуляция требуемых пакетов центровочных пластин из числа имеющихся в наличии, с расчетов величины остающейся несоосности и подбором оптимального результата</li> <li>• Запирание лап, пересчет подвижек на стационарную</li> <li>• Учет температурных и динамических смещений</li> <li>• Геометрические измерения: плоскостность и прямолинейность</li> </ul>	
<p><b>VIBRO-LASER Pro+ Лазерная система центровки валов, Россия</b></p> <p>Обновленный интерфейс, современная 3-D визуализация</p> <p>Используется для отработки навыков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Центровка муфтовых соединений горизонтальных агрегатов <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Часовой метод (9-0-3);</li> <li>○ Усеченный угол (от 3 до 5 замеров с интервалом 20°);</li> <li>○ Многоточечный режим (в разработке);</li> <li>○ Непрерывный метод измерения (в разработке).</li> </ul> </li> <li>• Запирание лап, пересчет подвижек на стационарную</li> </ul>	
<p><b>VIBRO-LASER GEO – Лазерный излучатель для геометрических измерений, Россия</b></p> <p>Модуль GEO предназначен для проведения геометрических измерений различных видов. Луч лазера имеет возможность поворота на 360° и радиус измерения до 10м.</p> <p>Используется для отработки навыков:</p>	
<p><b>КВАНТ-ЛМ – Система лазерной центровки валов, Россия</b></p> <p>Используется для отработки навыков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Центровка муфтовых соединений горизонтальных агрегатов <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Часовой метод (9-0-3);</li> <li>○ Усеченный угол (от 3 замера с интервалом 30°);</li> </ul> </li> <li>• Центровка муфтовых соединений вертикальных агрегатов</li> </ul>	
<p><b>EASY-LASER, Швеция</b></p> <p>Используется для отработки навыков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Центровка муфтовых соединений горизонтальных агрегатов <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Часовой метод (9-0-3);</li> <li>○ Усеченный угол (3 замера с интервалом 30°);</li> </ul> </li> <li>• Центровка муфтовых соединений вертикальных агрегатов</li> </ul>	
<p><b>FIXTURLASER, Швеция</b></p> <p>Используется для отработки навыков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Центровка муфтовых соединений горизонтальных агрегатов <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Часовой метод (9-0-3);</li> <li>○ Усеченный угол (3 замера с интервалом 30°);</li> </ul> </li> <li>• Центровка муфтовых соединений вертикальных агрегатов</li> </ul>	

### **3.3. Методическое обеспечение программы (для выдачи учащимся):**

- Мультимедийный демо-учебник: приложение для центровки валов VIBRO-LASER™ Alignment App
- Техническое описание приспособлений, приборов и систем центровки (каталог).
- Фирменная сумка (или пакет), блокнот, ручка для записей.

### **3.4. Информационное обеспечение программы**

Список литературы:

1. УО 38.12.018-94, Общие технические условия по ремонту центробежных насосов, ВНИКТИнефтехимоборудование, 1995 г.
2. ВСН 394-78, Инструкция по монтажу компрессоров и насосов ММСС СССР, 1979 г.
3. СНиП III-Г.10.2-62 «Компрессоры. Правила производства и приемки монтажных работ»
4. ГОСТ Р ИСО 230-1-2010 «Испытания станков. Часть 1. Методы измерения геометрических параметров»
5. Иноземцев Е.К.: //Ремонт мощных электродвигателей. – Москва. Энергоатомиздат 1985 г.
6. Калминский М.Л.:// Центровка валов электрических машин. – Москва. Энергия. 1972 г.
7. Кофман К.Д., Ризоватов А.В.: //Монтаж электродвигателей и вращающихся преобразователей. – Москва. Энергия. 1962 г.
8. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения.
9. ГОСТ Р 27.606-2013 Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность.
10. СП 26.13330.2012 Фундаменты машин с динамическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05-87.
11. СНиП 2.09.03-85. Пособие по проектированию анкерных болтов для крепления строительных конструкций и оборудования.
12. ГОСТ 24379.1-2012 Болты фундаментные. Конструкция и размеры.
13. Piotrowski John: // «Shaft Alignment Handbook».
14. CEN/TR13932, «Центробежные насосы – рекомендации по установке входных и выходных трубопроводов» CEN, 2009 г.

Информационные ресурсы:

1. <https://vibrolaser-edu.pro/>
2. <https://vk.com/vibrolaser/>
3. <https://t.me/vibrolaseredu>
4. <https://www.vibro-laser.ru/>
5. <https://tek-know.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.

Учащийся 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).

<b>Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки результатов обучения</b>
<b>Специалист должен уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• производить настройку системы центровки в зависимости от особенностей контролируемого оборудования и характера поставленных задач;</li><li>• производить установку приспособлений, приборов и систем центровки (в том числе использующие лазерные излучатели и приемники);</li><li>• производить измерения несоосности и при необходимости производить регулировочные работы;</li><li>• классифицировать результаты контроля несоосности, центровки и оценивать значения несоосности в соответствии с нормативными требованиями.</li></ul>	Наблюдение и экспертная оценка эффективности и правильности принимаемых учащимися решений на практических занятиях.
<b>Специалист должен знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• основы физических процессов, на которых базируется контроль несоосности;</li><li>• основные понятия, термины и определения используемые при центровке оборудования;</li><li>• последовательность действий при центровке оборудования;</li><li>• места установки измерительных модулей;</li><li>• правила и порядок монтажа крепежа для центровки;</li><li>• причины погрешностей измерений;</li><li>• нормативные показатели, определяющие качество работ по центровке;</li><li>• правила составления отчетной документации по результатам работ.</li></ul>	Итоговая аттестация проводится в виде проведения аттестационного теста с использованием электронной системы проверки знаний. Проведение тестирования учащихся осуществляется по вопросам, изложенным в <b>Приложении 1</b> . Для успешного прохождения теста необходимо набрать не менее 75% правильных ответов.