

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра ЭЭТ
Заведующий кафедрой ЭЭТ



М.В. Шевлюгин

16 мая 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

25 мая 2018 г.



Кафедра «Машиноведение, проектирование, стандартизация и сертификация»

Автор Солодилов Виталий Яковлевич, к.т.н., доцент

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Уравновешивание механизмов

Направление подготовки:	<u>27.03.01 – Стандартизация и метрология</u>
Профиль:	<u>Метрология и метрологическое обеспечение</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2018</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 21 мая 2018 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 10 15 мая 2018 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">В.А. Карпычев</p>
---	--

Москва 2018 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Уравновешивание механизмов» является ознакомление студентов с основными методами уравновешивания машин, снижающими их вибрацию.

При изучении дисциплины студенты знакомятся с теоретическими и практическими методами уравновешивания роторов и рычажных механизмов, организационно-методическими и нормативными документами, регламентирующими требования к процессам уравновешивания.

На практических занятиях студенты знакомятся с методами уравновешивания роторов тяговых электродвигателей и генераторов, колесных пар, рычажных механизмов двигателей внутреннего сгорания, компрессоров и др.

В результате изучения дисциплины студенты получают знания, необходимые для разработки, оценки методов уравновешивания конкретных изделий и снижения их вибрации в соответствии с требованиями нормативных документов

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Уравновешивание механизмов" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

2.1.1. Прикладная механика:

Знания:

Умения:

Навыки:

2.2. Наименование последующих дисциплин

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПК-1 способностью участвовать в разработке проектов стандартов, методических и нормативных материалов, технической документации и в практической реализации разработанных проектов и программ, осуществлять контроль за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов	<p>Знать и понимать: порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации; методы прогнозирования и оптимизации, унификации и агрегатирования при разработке стандартов и нормативной документации</p> <p>Уметь: организовать работу по практической реализации разработанных проектов и программ</p> <p>Владеть: методами контроля за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов</p>
2	ПК-2 способностью участвовать в практическом освоении систем управления качеством	<p>Знать и понимать: особенности производства конкретного вида продукции, его технического и нормативно-методического обеспечения</p> <p>Уметь: организовать работу по совершенствованию процессов производства продукции</p> <p>Владеть: методами оценки системы качества и его оптимизации</p>
3	ПК-4 способностью определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов, устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и проводить поверку, калибровку, юстировку и ремонт средств измерений	<p>Знать и понимать: особенности конструкции и основные параметры, изготавливаемой продукции, а также предъявляемые к ней обязательные требования.</p> <p>Уметь: определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров продукции и технологических процессов; устанавливать оптимальные нормы точности средств измерений и достоверности контроля; выбирать средства измерений и контроля.</p> <p>Владеть: методами оценки средств измерений и контроля, проводить поверку, калибровку и ремонт средств измерений с составлением локальных поверочных систем.</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 7
Контактная работа	36	36,15
Аудиторные занятия (всего):	36	36
В том числе:		
лекции (Л)	18	18
практические (ПЗ) и семинарские (С)	18	18
Самостоятельная работа (всего)	72	72
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗЧ	ЗЧ

4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7	Раздел 1 1 Основы уравнивания роторов	8		13/4		32	53/4	
2	7	Тема 1.1 Тема 1 Режимы работы подшипников неуравновешенного ротора	2		4/1			6/1	
3	7	Тема 1.2 Тема 2 Уравнивание роторов при конструировании	2		4/1			6/1	
4	7	Тема 1.3 Тема 3 Статическая балансировка роторов и её недостатки	2		4/1			6/1	
5	7	Тема 1.4 Тема 4 Динамическая балансировка роторов. Определение допустимых дисбалансов	2		1/1			3/1	ПК1
6	7	Раздел 2 2 Основы уравнивания рычажных механизмов	10		5/5		40	55/5	
7	7	Тема 2.1 Тема 1 Понятие о статически уравниваемом рычажном механизме. Теорема о центре масс рычажного механизма	2		1/1			3/1	
8	7	Тема 2.2 Тема 2 Уравнивание рычажных механизмов методом нуль-векторов	2		1/1			3/1	
9	7	Тема 2.3 Тема 3	2		1/1			3/1	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Уравновешивание механизмов методом подобия							
10	7	Тема 2.4 Тема 4 Уравновешивание многоцилиндровых машин	2		1/1			3/1	
11	7	Тема 2.5 Тема 5 Моментное уравновешивание рычажных механизмов	2		1/1			3/1	ПК2
12	7	Зачет						0	ЗЧ
13		Всего:	18		18/9		72	108/9	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 18 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	7	Тема 1 Режимы работы подшипников неуравновешенного ротора	Нормативные и организационно-методические документы, регламентирующие особенности различных видов неуравновешенности роторов	4 / 1
2	7	Тема 2 Уравновешивание роторов при конструировании	Выбор способа уравновешивания роторов при конструировании	4 / 1
3	7	Тема 3 Статическая балансировка роторов и её недостатки	Динамическая балансировка колесных пар и роторов тяговых двигателей локомотивов	4 / 1
4	7	Тема 4 Динамическая балансировка роторов. Определение допустимых дисбалансов	Статическое уравновешивание колесных пар и осевых вентиляторов тепловозов	1 / 1
5	7	Тема 1 Понятие о статически уравновешенном рычажном механизме. Теорема о центре масс рычажного механизма	Определение траектории движения центра масс рычажного механизма компрессора	1 / 1
6	7	Тема 2 Уравновешивание рычажных механизмов методом нуль-векторов	Уравновешивание механизма компрессора методом нуль-векторов	1 / 1
7	7	Тема 3 Уравновешивание механизмов методом подобия	Уравновешивание механизма компрессора методом подобия	1 / 1
8	7	Тема 4 Уравновешивание многоцилиндровых машин	Уравновешивание многоцилиндровых компрессоров подвижного состава железных дорог	1 / 1
9	7	Тема 5 Моментное уравновешивание рычажных механизмов	Способы моментного уравновешивания рычажных механизмов	1 / 1
ВСЕГО:				18/9

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) студентов, программой не предусмотрен.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Электронная оболочка АСТ (Автоматизированная система тестирования) для оценки уровня усвоения остаточных знаний студентов.
- Электронная оболочка АСТ для самостоятельного тренинга студентов при подготовке к тестированию

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	7	РАЗДЕЛ 1 1 Основы уравнивания роторов	Самостоятельная проработка теоретического материала по лекциям и учебникам в течение семестра Уравнивание колесных пар подвижного состава железных дорог Уравнивание гибких роторов Подготовка к зачету	32
2	7	РАЗДЕЛ 2 2 Основы уравнивания рычажных механизмов	Самостоятельная проработка теоретического материала по лекциям и учебникам в течение семестра Уравнивание рычажных механизмов тормозных компрессоров подвижного состава	40
ВСЕГО:				72

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Теория механизмов и машин	Учебник для ВТУЗов	Изд. МВТУ им. Баумана, 2012	Все разделы
2	Уравновешивание механизмов	Щепетильников В.А.	Машиностроение, 1982	Все разделы
3	Справочник по балансировке		Машиностроение, 1992	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Основы баланси-ровочной техники в 2-х томах	Под ред. В.А. Щепетильникова	Машиностроение, 1975	Все разделы

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.
3. www.gost.ru – сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии – раздел Информационные ресурсы.
4. www.metrob.ru – метрологический сайт, раздел «Книги».
5. www.i-exam.ru – единый портал интернет тестирования (тесты для самообразования и контроля).
6. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения лекционных и практических занятий используется специализированная лекционная аудитория с компьютером, сенсорной доской, проектором и экраном. При проведении практических занятий используются образцы рабочих документов, разработанных в соответствии с требованиями нормативных документов для конкретных реальных процессов.

Компьютеры обеспечены стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007. Тестирование проводится в компьютерном классе с достаточным количеством персональных компьютеров.

Программное обеспечение: Microsoft Office и Конструктор тестов АСТ.

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуются:

Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключенным к сетям INTERNET. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.

Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

Для проведения тестирования: компьютерный класс; кондиционер.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Уравновешивание механизмов» посвящена одной из главных задач динамики машин – уравновешиванию роторов и рычажных механизмов, с целью снижения воздействия вибрации на работу машин и здоровье человека. Практика эксплуатации различных машин показывает, что неуравновешенность машин является основной, но не единственной, причиной возникновения вибраций. В связи с этим снижение уровня вибрации машин и механизмов повышает их качество (надежность, долговечность) и снижает отрицательное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Структурно дисциплина разделена на 2 раздела, объединенных общей целевой направленностью.

В первом разделе рассматриваются силы, действующие на подшипники неуравновешенного ротора, определяются условия наименьшего их воздействия на работу машин, а также виды неуравновешенности роторов.

При изучении этого раздела студент должен уметь правильно выбрать способ балансировки в зависимости от конструкции ротора и определить значения допустимых дисбалансов, а также знать достоинства и недостатки статической и динамической балансировки.

В связи с увеличением скоростей движения на железных дорогах РФ необходимо уделить внимание статической и динамической балансировке колесных пар подвижного состава, определению допустимых дисбалансов и способам устранения их неуравновешенности. Значительное влияние на их надежность и окружающую среду оказывает неуравновешенность рычажных механизмов двигателей внутреннего сгорания, компрессоров и других машин с поступательно движущимися звеньями.

При изучении этого раздела следует обратить внимание на источники возникновения неуравновешенных сил, определение их величин и выбор метода уравновешивания в зависимости от конструкции механизма, условий его работы и предъявляемых требований по допустимым значениям величины вибрации.

Во втором разделе рассматривается уравновешивание не только простых, но и сложных механизмов компрессоров подвижного состава железных дорог. Так как эти механизмы (компрессоры) подлежат обязательной сертификации, необходимо обратить внимание на методы их уравновешивания и допустимые значения вибрации.

При изучении этой дисциплины студент может пользоваться не только указанной литературой, но и другими источниками по поиску в сети Интернет.