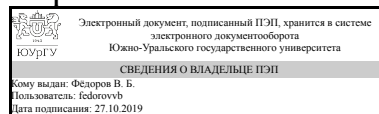


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



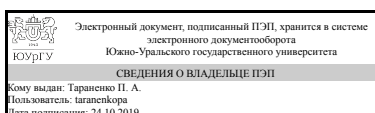
В. Б. Фёдоров

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**к ОП ВО от 26.06.2019 №084-2294**

**дисциплины** ДВ.1.07.01 Виброметрия и вибродиагностика  
**для направления** 15.03.03 Прикладная механика  
**уровень** бакалавр **тип программы** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Прикладная механика, динамика и прочность машин  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Техническая механика

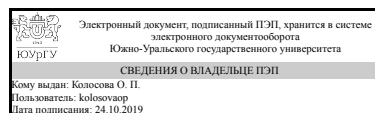
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 220

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



О. П. Колосова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины — изучить современные методы диагностирования типовых машин и механизмов на основе измерения и анализа характеристик вибрации для использования полученных знаний в практической деятельности — при оценке надежности и долговечности машин и механизмов. В результате изучения дисциплины обучающийся должен 1) знать: - основные понятия, термины и определения виброметрии, теории надёжности и технической диагностики; - основные параметры и характеристики вибраций типовых машин и механизмов; - современные методы и средства измерения параметров вибрации; - вычислительные методики обработки и анализа результатов измерения; - традиционные методики контроля технического состояния и диагностирования основных дефектов типовых машин и механизмов на основе измерения и анализа параметров вибрации; - современные подходы к решению задач вибродиагностики; 2) уметь: - использовать современные измерительные средства для регистрации параметров вибрации машин и механизмов; - применять современные вычислительные методики для обработки и анализа результатов измерения вибраций; - применять традиционные методики контроля технического состояния и диагностирования типовых дефектов машин и механизмов на основе измерения и анализа параметров вибрации; - строить диагностические модели основных типов машин и механизмов; - соблюдать установленные требования, действующие нормы, правила и стандарты; 3) владеть навыками: - установки виброизмерительных преобразователей на объект диагностирования; - обработки результатов измерения вибраций и вычисления основных характеристик; - учёта различных факторов, влияющих на результаты измерения вибраций; - практического решения задач вибродиагностики машин и механизмов.

## Краткое содержание дисциплины

В дисциплине систематически изложены основы виброметрии и вибродиагностики: основные понятия, термины и определения виброметрии, теории надёжности и технической диагностики; основные параметры и характеристики вибраций типовых машин и механизмов; современные методы и средства измерения параметров вибрации; вычислительные методики обработки и анализа результатов измерения; традиционные методики контроля технического состояния и диагностирования основных дефектов типовых машин и механизмов на основе измерения и анализа параметров вибрации; современные подходы к решению задач вибродиагностики.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-9 готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний	Знать: основные понятия, термины и определения виброметрии; основные параметры и характеристики вибраций типовых машин и механизмов; методы и средства измерения параметров вибрации;
	Уметь: использовать современные измерительные средства для регистрации параметров вибрации

	<p>машин и механизмов, применять современные вычислительные методики для обработки и анализа результатов измерения вибраций</p> <p>Владеть:навыками установки виброизмерительных преобразователей; обработки результатов измерения вибраций и вычисления основных характеристик; учёта различных факторов, влияющих на результаты измерения вибраций</p>
<p>ПК-8 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня</p>	<p>Знать:основные понятия, термины и определения теории надёжности и технической диагностики; традиционные методики контроля технического состояния и диагностирования типовых дефектов машин и механизмов на основе измерения и анализа параметров вибрации; современные подходы к решению задач вибродиагностики</p>
	<p>Уметь:применять традиционные методики контроля технического состояния и диагностирования типовых дефектов машин и механизмов на основе измерения и анализа параметров вибрации; разрабатывать диагностические модели и алгоритмы диагностирования основных типов машин и механизмов; соблюдать установленные требования, действующие нормы, правила и стандарты</p>
	<p>Владеть:навыками практического решения задач вибродиагностики машин и механизмов; выявления видов неисправных состояний, дефектов и отказов объекта диагностирования; определения информативных характеристик вибрации объекта диагностирования, диагностических параметров и симптомов дефектов.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>В.1.05 Теория вероятностей и математическая статистика, Б.1.14 Детали машин и основы конструирования, В.1.11 Аналитическая динамика</p>	<p>Не предусмотрены</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.11 Аналитическая динамика	причины и источники возбуждения вибраций машин и механизмов
Б.1.14 Детали машин и основы конструирования	особенности конструкции, эксплуатации и основные дефекты типовых машин и механизмов

В.1.05 Теория вероятностей и математическая статистика	статистическая обработка последовательностей числовых данных
--	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Подготовка к контрольным работам	40	40	
Подготовка к зачёту	20	20	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объём аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия, назначение и задачи вибродиагностики	8	4	4	0
2	Виброметрия: методы и средства измерения параметров вибрации	20	10	10	0
3	Вибродиагностика машин и механизмов	20	10	10	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные термины и определения теории надёжности и технической диагностики. Нормативные ссылки. Виды технических состояний, дефектов и отказов типовых машин и механизмов	2
2	1	Методы технического обслуживания машин. Задачи вибродиагностики и способы их решения	2
3	2	Основные термины и определения виброметрии. Основные параметры и характеристики вибраций машин и механизмов. Приборы виброизмерительные	2
4	2	Виброизмерительные преобразователи. Факторы, влияющие на результаты измерения вибраций	2
5	2	Контрольные точки объекта диагностирования. Измерительная система	2
6	2	Частотный анализ результатов измерения вибраций. Спектральный анализ	2

7	2	Частотный анализ результатов измерения вибраций. Кепстральный анализ. Анализ модуляции. Статистический анализ результатов измерения вибраций	2
8	3	Вибродиагностика геометрических дефектов роторных машин	2
9	3	Вибродиагностика подшипников качения роторных машин. Вибродиагностика подшипников скольжения роторных машин	2
10	3	Вибродиагностика зубчатых зацеплений	2
11	3	Вибродиагностика турбинных агрегатов, электромашин, двигателей внутреннего сгорания	2
12	3	Современные направления развития вибродиагностики машин	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Виды технических состояний, дефектов и отказов типовых машин и механизмов	2
2	1	Контрольная работа №1	2
3	2	Основные параметры вибрации, методы и средства их измерения. Типы и технические характеристики виброизмерительных преобразователей	2
4	2	Места и способы установки виброизмерительных преобразователей	2
5	2	Спектральный анализ результатов измерения вибраций	2
6	2	Кепстральный, модуляционный, статистический анализ результатов измерения вибраций	2
7	2	Контрольная работа №2	2
8	3	Вибродиагностика геометрических дефектов роторных машин	2
9	3	Вибродиагностика подшипников качения и подшипников скольжения	2
10	3	Вибродиагностика зубчатых зацеплений	2
11	3	Вибродиагностика электромашин и двигателей внутреннего сгорания	2
12	3	Контрольная работа №3	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к контрольной работе №1 по Разделу 1	Основная электронная литература [1], глава 1; основная печатная литература [1] с.345-377	10
Подготовка к контрольной работе №2 по Разделу 2	Основная электронная литература [1], глава 2; основная печатная литература [1], с.346-485	15
Подготовка к контрольной работе №3 по Разделу 3	Основная электронная литература [1], глава 3; основная печатная литература [1], с.506-667, с.691-723	15
Подготовка к зачёту	Основная электронная литература [1], с.3-170; основная печатная литература [1],	20

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивные лекции	Лекции	Лекция проводится в диалоговой форме вопрос-ответ, что способствует концентрации внимания обучающихся, повышению их способности усваивать и запоминать материал	24
Демонстрационное практическое занятие	Практические занятия и семинары	Проведение практического занятия в лаборатории с наглядной демонстрацией измерительных приборов и оборудования	4
Практическое занятие-тренинг	Практические занятия и семинары	Практическое занятие проводится в форме решения реальной практической задачи	4

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Дисциплина содержит оригинальные результаты, полученные доцентами кафедры "Техническая механика" ЮУрГУ Захезиным А.М., Колосовой О.П. в ходе научных исследований, опубликованные в материалах российских и международных конференций по соответствующей тематике.

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Основные понятия, назначение и задачи вибродиагностики	ПК-8 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня	Контрольная работа №1	Вопросы 1-42
Виброметрия: методы и средства измерения параметров вибрации	ПК-9 готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний	Контрольная работа №2	Вопросы 1-24
Вибродиагностика машин и механизмов	ПК-8 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных	Контрольная работа №3	вопросы 1-6

	вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня		
Все разделы	ПК-8 готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня	Диф. зачёт	Вопросы 1,2,5 билета
Все разделы	ПК-9 готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний	Диф. зачёт	Вопросы 3,4 билета

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Контрольная работа №1	Проводится письменно на практическом занятии. Время на выполнение задания - 90 минут (2 академических часа). Билет содержит 5 вопросов. Задание считается выполненным при наличии не менее 60% правильных ответов (не менее 3 вопросов из 5).	Зачтено: 3, 4 или 5 правильных ответов (60% и более) Не зачтено: менее 3 правильных ответов (менее 60%)
Контрольная работа №2	Проводится письменно на практическом занятии. Время на выполнение задания - 90 минут (2 академических часа). Билет содержит 5 вопросов. Задание считается выполненным при наличии не менее 60% правильных ответов (не менее 3 вопросов из 5).	Зачтено: 4 или 5 правильных ответов Не зачтено: 3 и менее правильных ответов
Контрольная работа №3	Проводится письменно на практическом занятии. Время на выполнение задания - 90 минут (2 академических часа). Билет содержит 3 вопроса. Задание считается выполненным при наличии не менее 67% правильных ответов (не менее 2 вопросов из 3).	Зачтено: 2 или 3 правильных ответа (67% и более) Не зачтено: 1 или 0 правильных ответов (менее 67%)
Диф. зачёт	К диф. зачёту допускаются все студенты. Проводится письменно по билетам. Время на выполнение задания - 90 минут (2 академических часа). Билет содержит 5 вопросов. Задание считается выполненным при наличии не менее 60% правильных ответов (не менее 3 вопросов из 5).	Отлично: правильные ответы на 5 вопросов билета (100%) Хорошо: правильные ответы на 4 вопроса билета (80%) Удовлетворительно: правильные ответы на 3 вопроса билета (60%) Неудовлетворительно: правильные ответы менее, чем на 3 вопроса билета (менее 60%)

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Контрольная	Примеры билетов приведены в прикрепленном файле. Список контрольных

<p>работа №1</p>	<p>вопросов:          Определение терминов: 1) техническая диагностика, 2) технический диагноз, 3) техническое диагностирование, 4) объект диагностирования, 5) контроль технического состояния, 6) прогнозирование технического состояния; 7) средство технического диагностирования, 8) система технического диагностирования, 9) алгоритм технического диагностирования, 10) контрольная точка, 11) приспособленность объекта к техническому диагностированию, 12) техническое состояние; 13) отказ; 14) дефект, 15) неисправность; 16) работоспособность; 17) наработка (ресурс); 18) диагностическая модель, 19) диагностический (контролируемый) параметр, 20) диагностический признак (симптом).          21) Разновидности технического диагностирования.          22) Требования к контрольным точкам.          23) Виды диагностических (контролируемых) параметров.          24) Виды технических состояний.          25) Исправное техническое состояние и неисправность.          26) Работоспособное и неработоспособное техническое состояние объекта диагностирования.          27) Предельное (аварийное) техническое состояние.          28) Виды отказов.          29) Классификация дефектов по виду разрушения.          30) Классификация дефектов по характеру проявления во времени.          31) Классификация дефектов по причине возникновения.          32) Классификация дефектов по степени опасности.          33) Стадии развития дефектов.          34) Задачи технического диагностирования.          35) Существующие методы технического обслуживания машин.          36) Метод эксплуатации до отказа — в чем заключается, в каком случае применяется, достоинства, недостатки.          37) Метод профилактического технического обслуживания машин — в чем заключается, в каком случае применяется, достоинства, недостатки.          38) Метод обслуживания машин по техническому состоянию.          39) История развития систем вибродиагностирования машин.          40) Особенности вибродиагностики как метода технического диагностирования.          41) Непрерывный мониторинг.          42) Метод контрольных проверок.          ВМиВД_Контрольная работа №1.pdf</p>
<p>Контрольная работа №2</p>	<p>Примеры билетов приведены в прикрепленном файле. Список контрольных вопросов:          1. Виброметрия. Параметры вибрации. Измеряемые значения.          2. Виброметры и вибрографы. Виды виброметров.          3. Измерительные системы. Состав и схема типовой измерительной системы. Виды измерительных систем.          4. Виброизмерительный преобразователь. Виды виброизмерительных преобразователей по принципу действия.          5. Индуктивные вибровелосиметры (принцип действия, достоинства, недостатки).          6. Пьезоэлектрические виброакселерометры (принцип действия, достоинства, недостатки).          7. Пьезоакселерометры, работающие на сжатие, на сдвиг и консольной конструкции.          8. Пьезоэлектрические материалы. Основные характеристики. Напряжение на выходе пьезоакселерометра и собственная емкость пьезоакселерометра.          9. Технические характеристики пьезоакселерометра: чувствительность, частотный и динамический диапазон, нелинейность, поперечная чувствительность.          10. Факторы, влияющие на результаты измерения вибраций: надежность крепления, низкие и высокие температуры, быстрые изменения температуры, влажность, деформации основания, акустические шумы, электромагнитные поля,</p>



	<p>ионизирующее излучение.</p> <p>11. Способы крепления пьезоакселерометров: крепление стальной шпилькой, воском, магнитом, липкой пластинкой, клеем, на ручной щуп. Методика, применение, достоинства и недостатки.</p> <p>12. Вспомогательные приборы. Соединительные кабели. Заземление. Усилители сигнала.</p> <p>13. Контрольные точки объекта диагностирования.</p> <p>14. Обработка результатов измерения вибраций. Исходная информация.</p> <p>15. Основные возможности частотного и статистического анализа сигналов.</p> <p>16. Преобразование Фурье — основа частотного анализа сигналов.</p> <p>17. Особенности дискретного преобразования Фурье. Стробоскопический эффект. Разрывность на границе интервала наблюдения.</p> <p>18. Взвешивание сигнала. Классификация окон взвешивания. Наиболее эффективные окна для целей вибродиагностики.</p> <p>19. Спектр мощности. Методы оценки спектра мощности. Функция автокорреляции.</p> <p>20. Кепстральный анализ. Кепстр мощности и комплексный кепстр. Лифтрация.</p> <p>21. Анализ узкополосных сигналов. Преобразование Гильберта. Амплитудная огибающая сигнала. Частотная модуляция.</p> <p>22. Применение амплитудной огибающей сигнала для обнаружения ударных импульсов в вибросигнале.</p> <p>23. Применение сигнала частотной модуляции для обнаружения флюктуаций несущей частоты узкополосного сигнала.</p> <p>24. Статистический анализ сигналов. Проверка стационарности и эргодичности. Плотность и функция распределения вероятности мгновенных значений сигнала. Безразмерные амплитудные дискриминанты.</p> <p>ВМиВД Контрольная работа №2.pdf</p>
<p>Контрольная работа №3</p>	<p>Примеры билетов приведены в прикрепленном файле. Список контрольных вопросов:</p> <p>1. Вибродиагностирование геометрических дефектов роторных машин: механический и тепловой, статический и динамический, геометрический и деформационный дисбаланс; несоосность (расцентровка); ослабление механических связей; нарушение режима смазки.</p> <p>2. Вибродиагностирование дефектов зубчатых зацеплений: выкрашивание рабочих поверхностей зубьев, абразивный износ, трещины, сколы, поломки зубьев, заедание.</p> <p>3. Вибродиагностирование дефектов подшипников качения. Основные виды дефектов. Механизм возбуждения вибраций при появлении и развитии дефектов. Симптомы локальных дефектов контактирующих поверхностей подшипника качения.</p> <p>4. Вибродиагностирование дефектов подшипников скольжения: повышенный зазор, неустойчивость шипа на масляном клине, вихреобразование в масляном слое, заедание.</p> <p>5. Вибродиагностирование дефектов электромашин.</p> <p>6. Вибродиагностирование дефектов двигателей внутреннего сгорания.</p> <p>ВМиВД Контрольная работа №3.pdf</p>
<p>Диф. зачёт</p>	<p>Полный список контрольных вопросов и примеры зачётных билетов приведены в прикрепленных файлах.</p> <p>Билет №1</p> <p>1) Дайте определение терминов: техническая диагностика, техническое диагностирование. Каковы задачи технического диагностирования?</p> <p>2) Существующие методы технического обслуживания машин. Метод эксплуатации до отказа (в чем заключается, в каком случае применяется, достоинства, недостатки).</p> <p>3) Виброметрия. Параметры вибрации. Измеряемые значения. Виброметры и вибрографы. Виды виброметров. Вспомогательные приборы.</p>

<p>4) Контрольные точки объекта диагностирования. Соединительные кабели. Заземление. Усилители сигнала.</p> <p>5) Вибродиагностирование геометрических дефектов роторных машин. Механический дисбаланс.</p> <p>Билет №5</p> <p>1) Дефект. Классификация дефектов по причине возникновения и степени опасности. Стадии развития дефектов.</p> <p>2) Особенности вибродиагностики как метода технического диагностирования.</p> <p>3) Пьезоэлектрические материалы. Основные характеристики. Напряжение на выходе пьезодатчика и собственная емкость датчика.</p> <p>4) Преобразование Фурье — основа частотного анализа сигналов. Быстрое преобразование Фурье.</p> <p>5) Вибродиагностирование дефектов зубчатых зацеплений. Выкрашивание рабочих поверхностей.</p> <p>Вибродиагностика_Зачет.pdf; Вибродиагностика_Вопросы.pdf</p>
---

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Неразрушающий контроль и диагностика Справ. В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалев и др.; Под ред. В. В. Клюева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2003. - 656 с. ил.
2. Генкин, М. Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов. - М.: Машиностроение, 1987. - 282,[1] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов АН СССР, Ин-т машиноведения; Ред. М. Д. Генкин. - М.: Наука, 1984. - 119 с. ил.
2. Бендат, Д. С. Прикладной анализ случайных данных Пер. с англ. В. Е. Привольского, А. И. Кочубинского; Под ред. И. Н. Коваленко. - М.: Мир, 1989. - 540 с. ил.
3. Бендат, Д. С. Применение корреляционного и спектрального анализа Пер. с англ. - М.: Мир, 1983. - 312 с.
4. Марпл, С. Л. (мл.) Цифровой спектральный анализ и его приложения Пер. с англ. О. И. Хабарова, Г. А. Сидоровой; Под ред. И. С. Рыжака. - М.: Мир, 1990. - 584 с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Иванов, Д. Ю. Вибродиагностика механизмов Текст учеб. пособие Д. Ю. Иванов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автомобил. транспорт ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 32, [2] с. ил.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

2. Иванов, Д. Ю. Вибродиагностика механизмов Текст учеб. пособие Д. Ю. Иванов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автомобил. транспорт ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 32, [2] с. ил.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Петрухин, В.В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Петрухин, С.В. Петрухин. — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2010. — 176 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/65092">https://e.lanbook.com/book/65092</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Васильев, Р.Р. Надежность и диагностика автоматизированных систем. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.Р. Васильев, М.З. Салихов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2005. — 92 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/1858">https://e.lanbook.com/book/1858</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Пояркова, Е.В. Диагностика повреждений металлических материалов и конструкций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.В. Пояркова, С.Н. Горелов. — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2015. — 202 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/72681">https://e.lanbook.com/book/72681</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Крук, Б.И. Основы спектрального анализа. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.И. Крук, О.Б. Журавлева. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 148 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/11837">https://e.lanbook.com/book/11837</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для
-------------	--------	--

		различных видов занятий
Лекции	319 (2)	Специальное оборудование не требуется
Практические занятия и семинары	334 (2)	Компьютер, проектор
Практические занятия и семинары		Оборудование Лаборатории "Экспериментальная механика": пьезоакселерометры, виброизмерительная система LMS, лабораторный вибродиагностический стенд