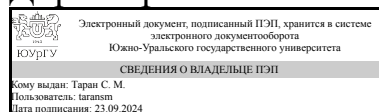


УТВЕРЖДАЮ:

Директор



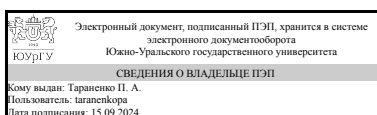
С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.05.02 Надежность технических систем
для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Магистратура
магистерская программа Цифровые двойники в двигателестроении и
транспортном машиностроении
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика**

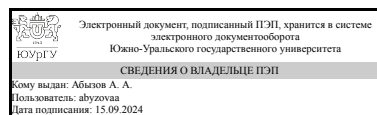
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор



А. А. АБЫЗОВ

1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью курса «Надежность технических систем» является подготовка магистров, владеющих основами современной теории, методами и средствами прогнозирования и управления надежностью сложных технических систем.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина включает следующие разделы: Проблема обеспечения надежности на стадии проектирования, серийного производства и массовой эксплуатации изделий машиностроения. Экономический аспект надежности. Нормативно-методическое обеспечение системы управления качеством продукции. Основные понятия и определения теории надежности. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Модели отказов для описания различных стадий жизненного цикла изделий. Надежность сложных технических систем. Методы структурных и логических схем. Численный метод Монте-Карло. Применение теории Марковских случайных процессов и уравнений А.Н.Колмогорова к определению вероятностей пребывания сложных восстанавливаемых систем в возможных состояниях. Задачи управления надежностью и эффективностью. Элементы теории массового обслуживания. Испытания на надежность. Методы и практические приемы определительных и контрольных испытаний технических объектов. Ускоренные и форсированные испытания. Элементы теории технической диагностики. Аппаратурное и математическое обеспечение. Метод Байеса оценки эффективности многомерных диагностических систем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен планировать работы и разрабатывать конструкции двигателей и автотранспортных средств на основе сложных конечноэлементных расчетов и результатов междисциплинарного анализа динамики и прочности их узлов и агрегатов; разрабатывать методики и проводить виртуальные испытания различных подсистем двигателей и автотранспортных средств	Знает: основные понятия и определения теории надежности; методы моделирования состояния сложных технических систем на основе марковских процессов; классификацию и основные виды испытаний на надежность; методы ускоренных испытаний Умеет: составлять графы, описывающие состояние технической системы; определять характеристики надежности по результатам испытаний партии изделий Имеет практический опыт: расчетов вероятностей нахождения системы в различных состояниях и получения оценок характеристик надежности системы; получения усталостных характеристик материалов по результатам ускоренных испытаний

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников, Введение в гидрогазодинамику	Экспериментальный модальный анализ
---	------------------------------------

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

Дисциплина	Требования
Применение метода конечных элементов при построении цифровых двойников	<p>Знает: типичные расчетные случаи, рассчитанные на предотвращение критической ситуации, связанной с нарушением прочности конструкции, типовые задачи, решаемые методом конечных элементов в современных системах CAE, причины нарушения работоспособности элементов конструкции; виды расчетных случаев, применяемых в прочностных расчетах; интерфейс и основы работы в широко распространенных современных CAD и CAE системах, основанных на применении метода конечных элементов, основы метода конечных элементов</p> <p>Умеет: на основе системного подхода решать задачи методом конечных элементов, выработать стратегию действий для предотвращения нарушения прочности конструкции, обосновывать выбор метода расчета, создавать адекватные геометрические модели деталей и механизмов для инженерного анализа; эффективно разбивать детали на конечные элементы; вычислять и анализировать поля напряжений, деформаций и перемещений при статическом, динамическом и тепловом воздействии; выполнять расчеты на устойчивость; делать многовариантные расчеты и выполнять параметрическую оптимизацию; анализировать результаты расчетов и формулировать выводы, корректировать геометрические модели изделия для последующего построения конечноэлементной модели; создавать конечноэлементные модели механических систем, выполнять их расчет, анализировать результаты расчета конечноэлементных моделей; Имеет практический опыт: решения задач в современных системах CAE, основанных на использовании метода конечных элементов, анализа проблемной ситуации, разработки адекватной расчетной конечноэлементной модели, анализа результатов и формулировки выводов, владения современными конечноэлементными пакетами; расчета динамики и прочности конечноэлементных моделей конструкций</p>
Введение в гидрогазодинамику	Знает: физические свойства жидкостей и газов,

	<p>физические законы равновесия и движения жидкостей и газов, основные уравнения газовой динамики, модели течения жидкостной и газовой сред и области их использования, физические законы равновесия и движения жидкостей и газов; методы моделирования газовых потоков в ДВС; теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках</p> <p>Умеет: решать прикладные задачи гидромеханики, включая расчеты трубопроводов и отдельных элементов гидросистем, силового воздействия жидкости и газа на ограничивающие поверхности, выполнять расчеты гидравлических потерь энергии, анализировать различные гидрогазодинамические явления и строить их математические модели; использовать основные уравнения газовой динамики для решения прикладных задач</p> <p>Имеет практический опыт: типовых расчетных исследований гидравлических сопротивлений и устройств истечения жидкостей и газов, путем снижения сил сопротивления и гидравлических потерь энергии, решения типовых задач гидрогазодинамики с привлечением физико-математического аппарата; решения задач течения жидкостей и газов в элементах двигателей внутреннего сгорания; решения задач внешней аэродинамики автомобилей</p>
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
Подготовка к экзамену, к коллоквиумам	20	20
Самостоятельное изучение следующих разделов курса: Расчет надежности сложных технических систем методом структурных схем, методом логических схем, методом статистических испытаний (Монте-Карло). Расчеты надежности и эффективности методом Марковских случайных процессов (с дискретными состояниями и фиксированным	15,75	15.75

временем, с дискретными состояниями и непрерывным временем, методом стационарных цепей Маркова). Выполнение расчетов по определению параметров состояния методом теории массового обслуживания. Расчет вероятностных характеристик надежности изделий по результатам определительных испытаний; расчетная оценка достоверности эмпирических характеристик надежности. Определение параметров теоретических законов методами моментов и максимального правдоподобия. Обеспечение надежности изделий машиностроения на стадиях серийного производства и эксплуатации.		
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Проблема обеспечения надежности на стадии проектирования, серийного производства и массовой эксплуатации изделий машиностроения. Экономический аспект надежности. Нормативно-методическое обеспечение системы управления качеством продукции.	2	2	0	0
2	Основные понятия и определения теории надежности. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Комплексные показатели надежности. Модели отказов для описания различных стадий жизненного цикла изделий. Надежность сложных технических систем. Методы структурных и логических схем. Численный метод Монте-Карло.	10	6	4	0
3	Применение теории Марковских случайных процессов и уравнений А.Н.Колмогорова к определению вероятностей пребывания сложных восстанавливаемых систем в возможных состояниях. Задачи управления надежностью и эффективностью. Элементы теории массового обслуживания.	11	4	7	0
4	Испытания на надежность. Методы и практические приемы определительных и контрольных испытаний технических объектов. Ускоренные и форсированные испытания. Элементы теории технической диагностики. Аппаратурное и математическое обеспечение. Метод Байеса оценки эффективности многомерных диагностических систем.	9	4	5	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Назначение и задачи структурной теории надежности. Проблема прогнозирования и обеспечения надежности изделий на стадиях проектирования, производства и эксплуатации. Экономический аспект надежности. Система управления качеством изделий, организация и нормативно- методическая база, основные виды документации Росстандарта РФ	2
2	2	Основные понятия и определения. Показатели безотказности изделий (наработка до отказа, вероятность безотказной работы, функция интенсивности отказов, параметр потока отказов и др.). Основное	2

		интегральное уравнение, связывающее изменение во времени вероятности безотказной работы изделий с функцией интенсивности отказов. Модели отказов. Описание стадий приработки, стабильной работы и старения, охватывающих жизненный цикл изделий	
3	2	Показатели долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости (наработка между отказами, гамма- процентный ресурс, нормативный ресурс, время восстановления, вероятность восстановления за заданное время, срок сохраняемости, гамма- процентный срок сохраняемости и др.). Комплексные показатели надежности (коэффициенты готовности, оперативной готовности, технического использования и др.)	2
4	2	Надежность технических систем с невосстанавливаемыми элементами. Методы структурных и логических схем. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) определения вероятностных характеристик в задачах надежности сложных технических систем	2
5	3	Элементы теории Марковских случайных процессов. Свойства Марковских процессов и их классификация (дискретные и непрерывные процессы в пространствах состояний и аргументов). Постановка задач надежности и эффективности сложных технических систем с изменяющимися во времени состояниями. Элементы теории графов. Представление процессов функционирования сложных объектов в виде переменных во времени вероятностей пребывания системы в возможных состояниях	2
6	3	Системы с дискретными состояниями и интервалами времени (цепи Маркова). Матрица переходных вероятностей для однородной цепи Маркова. Рекуррентная формула для определения вероятностей пребывания системы в заданных состояниях в различные интервалы времени. Замечание о неоднородных цепях Маркова. Системы с дискретными состояниями и непрерывным временем (непрерывные цепи Маркова). Элементы теории случайных импульсных потоков. Уравнения А.Н.Колмогорова для определения функций изменения во времени вероятностей пребывания системы в возможных состояниях. Стационарные непрерывные цепи Маркова. Метод определения финальных вероятностей . Задачи управления надежностью и эффективностью сложных технических систем	2
7	4	Элементы теории массового обслуживания. Постановка задачи оценки и управления эффективностью сложных систем. Частный случай уравнений А.Н.Колмогорова. Схема "гибели и размножения". Метод определения финальных вероятностей. Испытания на надежность. Классификация видов и методов испытаний. Характеристики, оцениваемые при испытаниях на надежность. Стратегии испытаний. Определительные испытания опытных и серийных образцов. Статистические методы обработки и интерпретации результатов испытаний. Оценка достоверности эмпирических характеристик надежности	2
8	4	Ускоренные испытания на надежность. Требования и условия проведения ускоренных испытаний. Сокращенные и форсированные испытания. Методы уплотнения рабочих циклов, форсирования по частоте и нагрузке, экстраполяции, доламывания, определения вероятностных характеристик и др. Основы теории технической диагностики. Цель и постановка задач. Аппаратурное и математическое обеспечение. Метод Байеса. Оценка достоверности и эффективности многомерных диагностических систем	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Модели отказов на различных стадиях жизненного цикла изделий	1

		машиностроения: проектирование- производство- массовая эксплуатация	
2	2	Расчет характеристик безотказности. Прогнозирование функций вероятностей безотказной работы	1
3	2	Расчет вероятностных характеристик долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости изделий. Комплексные показатели надежности	1
5	2	Метод статистических испытаний (Монте- Карло)	1
4	3	Расчет характеристик надежности сложных технических систем с невосстанавливаемыми элементами методами структурных и логических схем	1
6	3	Применение метода графов возможных состояний для определения процессов функционирования сложных технических систем с восстанавливаемыми элементами.	1
7,8	3	Расчет вероятностных характеристик надежности и эффективность систем с дискретными состояниями и интервалами времени (цепи Маркова).	2
9,10	3	Расчет характеристик надежности систем с дискретными состояниями и непрерывным временем (непрерывные цепи Маркова). Расчеты финальных вероятностей.	2
11	3	Расчеты систем массового обслуживания (Классическая задача Эрланга).	1
12,13	4	Расчеты вероятностных характеристик, оцениваемых по результатам определительных и контрольных испытаний на надежность.	2
14	4	Расчеты вероятностных характеристик, оцениваемых по результатам форсированных испытаний образцов и конструкций на надежность.	1
15	4	Расчет характеристик эффективности многомерных диагностических систем (Метод Байеса).	1
16	4	Контроль самостоятельного изучения разделов курса (коллоквиум)	1

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену, к коллоквиумам	Биргер, И. А. Техническая диагностика. - М.: Машиностроение, 1978. -с.98-245, Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения Текст учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 5-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011 с. 161-173, Проников, А. С. Надежность машин. - М.: Машиностроение, 1978. с.40-65, 154-175, Светлицкий, В. А. Статистическая механика и теория надежности Учеб. по специальностям "Динамика и прочность машин", "Ракетостроение", "Косм. летат. аппараты и разгон. блоки" В. А. Светлицкий. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. с. 191-268	3	20

<p>Самостоятельное изучение следующих разделов курса: Расчет надежности сложных технических систем методом структурных схем, методом логических схем, методом статистических испытаний (Монте- Карло). Расчеты надежности и эффективности методом Марковских случайных процессов (с дискретными состояниями и фиксированным временем, с дискретными состояниями и непрерывным временем, методом стационарных цепей Маркова). Выполнение расчетов по определению параметров состояния методом теории массового обслуживания. Расчет вероятностных характеристик надежности изделий по результатам определительных испытаний; расчетная оценка достоверности эмпирических характеристик надежности. Определение параметров теоретических законов методами моментов и максимального правдоподобия. Обеспечение надежности изделий машиностроения на стадиях серийного производства и эксплуатации.</p>	<p>Биргер, И. А. Техническая диагностика. - М.: Машиностроение, 1978.с.98-245, Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения Текст учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 5-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011 с. 161-173, Вентцель, Е. С. Исследование операций : Задачи, принципы, методология Текст учеб. пособие для вузов Е. С. Вентцель. - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2007. - с. 478- 485, Проников, А. С. Надежность машин. - М.: Машиностроение, 1978. с.40-65, 154-175, Труханов, В. М. Методы обеспечения надежности изделий машиностроения. - М.: Машиностроение, 1995с. 191-268</p>	3	15,75
---	--	---	-------

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Самостоятельная работа 1	1	5	При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Коллоквиум проводится в форме письменной контрольной работы (45 минут). Билет включает 4 вопроса и задачу по теме "Характеристики надежности. Надежность технических систем с невозстанавливаемыми элементами" . Шкала оценивания: баллы за самостоятельную работу равны числу вопросов, на которые даны правильные ответы плюс 1 балл за правильно	зачет

						решенную задачу. Максимальное число баллов =5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.	
2	3	Текущий контроль	Самостоятельная работа 2	1	5	При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Коллоквиум проводится в форме письменной контрольной работы (45 минут). Билет включает 2 теоретических вопроса и задачу по теме "надежность техн. систем с восстанавливаемыми элементами" . Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на 2 вопроса, решена задача - 5 баллов; - Даны правильные ответы на 2 вопроса с несущественными ошибками, решена задача- 4 балла; - Даны правильный ответ на 1 вопроса, решена задача с несущественными ошибками- 3 балла; - нет правильных ответов на вопросы- 0 баллов. Максимальное число баллов =5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.	зачет
3	3	Текущий контроль	Самостоятельная работа 3	1	5	При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Коллоквиум проводится в форме письменной контрольной работы (45 минут). Билет включает 2 теоретических вопроса и задачу по теме "Испытания на надежность" . Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на 3 вопроса - 5 баллов; - Даны правильные ответы на 3 вопроса с несущественными ошибками- 4 балла; - Даны правильные ответы на 2 вопроса - 3 баллов; - Даны правильные ответы на 1 вопроса или нет правильных ответов - 0 баллов; Максимальное число баллов =5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.	зачет
4	3	Текущий контроль	Самостоятельная работа 4	1	5	При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Коллоквиум проводится в форме письменной контрольной работы (45	зачет

					минут). Билет включает 2 теоретических вопроса и задачу по теме "Основы технической диагностики" . Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на вопросы, решена задача - 5 баллов; - Дан правильный ответ на 1 или 2 вопроса, решена задача с несущественными ошибками- 4 балла; - Дан правильный ответ на 1 вопрос или решена задача- 3 балла; - нет правильных ответов на вопросы, не решена задача - 0 баллов. Максимальное число баллов =5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.		
5	3	Промежуточная аттестация	экзамен	-	5	При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора №179 от 24.05.2019). Студенты, желающие повысить оценку, сдают экзамен, который проводится письменно. Билет содержит 5 вопросов. На подготовку отводится 90 минут. Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на 5 вопросов - 5 баллов; - Даны правильные ответы на 4 вопроса с несущественными ошибками - 4 балла; - Даны правильные ответы на 3 вопроса, возможно с несущественными ошибками - 3 балла; - Даны правильные ответы менее чем на на 3 вопроса - 0 баллов; Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет выставляется на основании рейтинга, рассчитанного по мероприятиям текущего контроля в течение семестра. Рейтинг больше или равен 60% "зачтено", менее 60% - "не зачтено". Студенты, желающие повысить оценку, сдают письменный экзамен, который проводится письменно. В этом случае тоговый рейтинг по дисциплине рассчитывается в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы по рейтингу текущего контроля и рейтингу, полученному на промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
-------------	---------------------	------

		1	2	3	4	5
ПК-3	Знает: основные понятия и определения теории надежности; методы моделирования состояния сложных технических систем на основе марковских процессов; классификацию и основные виды испытаний на надежность; методы ускоренных испытаний		++			+
ПК-3	Умеет: составлять графы, описывающие состояние технической системы; определять характеристики надежности по результатам испытаний партии изделий		++	+	++	+
ПК-3	Имеет практический опыт: расчетов вероятностей нахождения системы в различных состояниях и получения оценок характеристик надежности системы; получения усталостных характеристик материалов по результатам ускоренных испытаний					++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Труханов, В. М. Надежность изделий машиностроения. Теория и практика Текст учебник для вузов по машиностроит. направлениям и специальностям В. М. Труханов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Спектр, 2013. - 335 с. ил.
2. Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения Текст учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 5-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011
3. Вентцель, Е. С. Исследование операций : Задачи, принципы, методология Текст учеб. пособие для вузов Е. С. Вентцель. - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2007. - 207, [1] с. ил.
4. Решетов, Д. Н. Надежность машин Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов Под ред. Д. Н. Решетова. - М.: Высшая школа, 1988. - 238 с. ил.
5. Светлицкий, В. А. Статистическая механика и теория надежности Учеб. по специальностям "Динамика и прочность машин", "Ракетостроение", "Косм. летат. аппараты и разгон. блоки" В. А. Светлицкий. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 503 с.
6. Голинкевич, Т. А. Прикладная теория надежности Учеб. для вузов по спец. "Автоматизир. системы управления". 2-е изд. - М.: Высшая школа, 1985. - 168 с. ил.
7. Острейковский, В. А. Теория надежности Учеб. для вузов по направлениям "Техника и технологии" и "Техн. науки" В. А. Острейковский. - М.: Высшая школа, 2003. - 462, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Ротенберг, Р. В. Основы надежности системы водитель-автомобиль-дорога-среда. - М.: Машиностроение, 1986. - 216 с.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. И.Я. Березин, Е.Е. Рихтер, А.А. Абызов, Д.В. Хрипунов
Статистическая механика и надежность машин. Учебное пособие к курсовому проекту под ред. И.Я. Березина. – 3-е изд., расширенное и дополненное. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 60 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. И.Я. Березин, Е.Е. Рихтер, А.А. Абызов, Д.В. Хрипунов
Статистическая механика и надежность машин. Учебное пособие к курсовому проекту под ред. И.Я. Березина. – 3-е изд., расширенное и дополненное. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 60 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Булинский, А.В. Теория случайных процессов. [Электронный ресурс] / А.В. Булинский, А.Н. Ширяев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2004. — 401 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2125
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Стрижиус, В.Е. Методы расчета усталостной долговечности элементов авиаконструкций: справочное пособие. [Электронный ресурс] : справ. пособие — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2012. — 272 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5797

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	319 (2)	Аудитория, оборудованная доской для проведения практических занятий
Лекции	336 (2)	Аудитория, оборудованная компьютером, экраном и доской для чтения мультимедийных лекций