ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 01.07.2024

П. А. Тараненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.13.02 Теория надежности
для направления 15.04.03 Прикладная механика
уровень Магистратура
магистерская программа Компьютерное моделирование высокотехнологичных конструкций
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 731

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 01.07.2024

П. А. Тараненко

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Абызов А. А.
Пользователь: abyzovaa
Дата подписания: 01.07.2024

А. А. Абызов

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью курса «Надежность технических систем» является подготовка магистров по специальности 15.04.03 «Прикладная механика», 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, ремонтопригодности, 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-4 Способен выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня)	Знает: основы теории надежности Умеет: применять теорию надежности при решении профессиональных задач Имеет практический опыт: расчетов вероятности разрушения конструкции
ПК-5 Способен консультировать инженеров-расчетчиков, конструкторов, технологов и других работников промышленных и научно-производственных фирм по современным достижениям прикладной механики, по вопросам внедрения наукоемких компьютерных технологий (CAD/CAE-систем)	Знает: методы испытаний в области оценки надежности конструкции Умеет: определять опытным путем характеристики надежности конструкции Имеет практический опыт: получения из эксперимента характеристик надежности

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Конструкционная прочность и механика разрушения, Предельные неупругие состояния конструкций, Цифровое производство, Компьютерное моделирование в Ansys Workbench, Численное моделирование разрушения, Оптимальное проектирование, Производственная практика (преддипломная) (4 семестр)

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	51,5	51,5
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	31,5	31.5

стадиях серийного производства и эксплуатации.		
Подготовка к экзамену, к коллоквиумам	20	20
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

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. Экономическийаспект надежности. Нормативно-методическое обеспечение системы управления качеством продукции.	2	2	0	0
2	Основные понятия и определения теории надежности. Показатели безотказности, долговечности, ремонтопригодности, 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.	14	6	8	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.	18	4	14	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.	14	4	10	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 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	2
3	2	Показатели долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости (наработка между отказами, гамма- процентный ресурс, нормативный ресурс, время восстановления, вероятность восстановления за заданное время, срок	2

		сохраняемости, гамма- процентный срок сохраняемости и др.). Комплексные показатели надежности (коэффициенты готовности, оперативной готовности, технического использования и др.)	
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. Реккурентная 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 ипытания 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 машиностроения: проектирование- производство- массовая эксплуатация	2
2	2	Расчет характеристик безотказности. Прогнозирование функций вероятностей безотказной работы	2
3	2	Расчет вероятностных характеристик долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости изделий. Комплексные показатели надежности	2
5	2	Метод статистических испытаний (Монте- Карло)	2

4	3	Расчет характеристик надежности сложных технических систем с невосстанавливаемыми элементами методами структурных и логических схем	2
6	3	Применение метода графов возможных состояний для определения процессов функционирования сложных технических систем с восстанавливанмыми элементами.	2
7,8	3	Расчет вероятностных характеристик надежности и эффективность систем с дискретными состояниями и интервалами времени (цепи Маркова).	4
9,10	3	Расчет характеристик надежности систем с дискретными состояниями и непрерывным временем (непрерывные цепи Маркова). Расчеты финальных вероятностей.	4
11	3	Расчеты систем массового обслуживания (Классическая задача Эрланга).	2
12,13	4	Расчеты вероятностных характеристик, оцениваемых по результатам определительных и контрольных испытаний на надежность.	4
14	4	Расчеты вероятностных характеристик, оцениваемых по результатам форсированных испытаний образцов и конструкций на надежность.	2
15	4	Расчет характеристик эффективности многомерных диагностических систем (Метод Байеса).	2
16	4	Контроль самостоятельного изучения разделов курса (коллоквиум)	2

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
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	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 втузов 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	1	31,5

серийного производства и эксплуатации.			
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	1	20

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	1	Текущий контроль	Коллоквиум 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 теоретических вопроса и задачу по теме 2 курса . Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на 4 вопроса, решена задача - 5 баллов; - Даны правильные ответы на 3 вопроса или на 4 с несущественными ошибками, решена задача- 4 балла; - Даны правильные ответы на 2 вопроса, решена задача с несущественными ошибками- 3 балла; - даны правилтные ответы менее чем на 2 вопроса- 0 баллов. Максимальное число баллов =5. Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.	экзамен

2	1	Текущий контроль	Коллоквиум 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 2 курса . 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.	экзамен
3	1	Текущий контроль	Коллоквиум 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 3 теоретических вопроса по теме 3 курса . 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.	экзамен
4	1	Текущий контроль	Коллоквиум 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 минут). Билет включает теоретический вопросаи задачу по теме 4 курса . Шкала оценивания: - Дан правильный ответ на вопрос, решена задача - 5 баллов; - Дан правильный ответ на вопрос, решена задача с несущественными ошибками- 4 балла; - Дан правильный ответ на 1 вопрос или решена 1 задача- 3 балла; - нет правильных	экзамен

						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	1	Проме-жуточная 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 4 вопроса. На подготовку отводится 90 минут. Шкала оценивания: - Даны правильные ответы на 4 вопроса - 5 баллов; - Даны правильные ответы на 3 вопроса с несущественными ошибками - 4 балла; - Даны правильные ответы на 2 вопроса, возможно с несущественными ошибками - 3 балла; - Даны правильные ответы менее чем на на 2 вопрос - 0 баллов; Рейтинг вычисляется как отношение набранного числа баллов к максимальному числу баллов. Вес контрольного мероприятия =1.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзаменационная оценка выставляется на основании рейтинга, рассчитанного по мероприятиям текущего контроля в течение семестра. Рейтинг 1-85 % "отлично", 75-84 % "хорошо", 60-75% "удовлетворительно, менее 60% - "неудовлетворительно". Студенты, желающие повысить оценку, сдают письменный экзамен, который проводится письменно. В этом случае тоговый рейтинг по дисциплине за 7 семестр 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-4	Знает: основы теории надежности	+	+			+
ПК-4	Умеет: применять теорию надежности при решении профессиональных задач	+				+
ПК-4	Имеет практический опыт: расчетов вероятности разрушения конструкции		+			+
ПК-5	Знает: методы испытаний в области оценки надежности конструкции			+	+	+
ПК-5	Умеет: определять опытным путем характеристики надежности конструкции			+	+	+
ПК-5	Имеет практический опыт: получения из эксперимента характеристик надежности			+	+	+

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 втузов 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
Лекции	336 (2)	Аудитория, оборудованная компьютером, экраном и доской для чтения мультимедийных лекций
Практические занятия и семинары	319 (2)	Аудитория, оборудованная доской для проведения практических занятий