

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт транспортных систем (ИТС)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института

_____ /Тумасов А.В./

«29» октября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.7 Прогнозирование ресурса машин и конструкций

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.03 Прикладная механика

Направленность: Динамика и прочность машин

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Выпускающая кафедра АГДПМиСМ

Кафедра-разработчик АГДПМиСМ

Объем дисциплины 180 час./ 5 з.е.

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Миронов Анатолий Алексеевич, д.т.н., доц.

Нижний Новгород, 2021 год

Рецензент: Хлыбов Александр Анатольевич, д.т.н., проф.

подпись)

«12» 10 2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09.08.2021 № 731, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 28.10.2021 №4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 15.10.2021 № 3

Зав. кафедрой *д.ф-м.н., проф., Герасимов С.И.* _____
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИТС, где реализуется данная программа , протокол от 21.10.202 № 4/1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 15.04.03-П-16

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ /Н.И. Кабанина /

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО	6
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	15
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	16
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	16
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18
ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ.....	20

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Прогнозирование ресурса машин и конструкций» является изучение детерминированных и вероятностных подходов к расчету и прогнозированию ресурса машин и конструкций в условиях воздействия различных физико-механических факторов.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- теоретическое, компьютерное и экспериментальное исследование научно-технических проблем и решение прикладных задач, связанных с оценкой ресурса конструкций, сооружений, установок, агрегатов и оборудования;
- применение при решении задач современных систем компьютерной математики, технологий конечно-элементного анализа, систем инженерного анализа и компьютерного инжиниринга;
- исследование проблем механики накопления повреждений и разрушения машин и конструкций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.Б.7 «Прогнозирование ресурса машин и конструкций» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин базовой части программы подготовки бакалавров и первого года обучения по программе магистратуры по направлению «Прикладная механика»: «Теория вероятности и математическая статистика», «Теория надежности», «Основы физики прочности и механика разрушения», «Теории пластичности и ползучести», «Техническая диагностика». Для успешного освоения дисциплины требуются знания по механическим свойствам материалов, моделям и численным методам в механике сплошных сред.

Знания и навыки, приобретенные при освоении дисциплины, используются при выполнении НИР и магистерской диссертации.

Особенностью дисциплины является изложение материала, направленное на решение прикладных задач расчета и прогнозирования ресурса машин и конструкций при различных физико-механических воздействиях – механических нагрузок, температур, агрессивных сред.

Рабочая программа дисциплины «Прогнозирование ресурса машин и конструкций» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Прогнозирование ресурса машин и конструкций» направлен на формирование элементов следующих компетенций в

соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика»:

- а) общепрофессиональных (ОПК): ОПК-10;
- в) профессиональных (ПК): ПК-1.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры формирования компетенций			
ОПК-10	1	2	3	4
Б1.Б.6 Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг	+	+		
Б1.Б.7 Прогнозирование ресурса машин и конструкций			+	
Б1.Б.10 Математическое и компьютерное моделирование в механике сплошных сред			+	
Б3.Д1 Подготовка и защита ВКР				+
ПК-1				
Б1.Б.5 Теории пластичности и ползучести	+			
Б1.Б.11 Практикум по компьютерному инжинирингу	+	+		
Б1.В.ОД.1 Дополнительные главы строительной механики машин	+	+		
Б1.В.ОД.2 Волновые процессы в сплошных средах	+			
Б1.Б.ОД.3 Механика композиционных материалов		+		
Б1.Б.7 Прогнозирование ресурса машин и конструкций			+	
Б1.Б.10 Математическое и компьютерное моделирование в механике сплошных сред			+	
Б1.В.ДВ.1 Динамическая устойчивость механических систем			+	
Б1.В.ДВ.2 Методы статистической динамики				
Б2.П.2 Научно-исследовательская работа				+
Б2.П.3 Преддипломная практика				+
Б3.Д1 Подготовка и защита ВКР				+

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2

4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные материалы (ОМ)	
		текущего контроля	промежуточной аттестации			
ОПК-10. Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ИОПК-10.2. Разрабатывает физико-механические и математические модели при решении задач в области прикладной механики.	Знать: - основные физико-механические и математические (вероятностные) модели прочности и ресурса машин и конструкций	Уметь: - разрабатывать физико-механические и математические модели прочности и ресурса машин и конструкций.	Владеть: - методами прогноза ресурса машин и конструкций.	Домашние задания (расчетные работы). Контрольные вопросы к отчетам по расчетным работам.	Вопросы для экзамена (20 билетов)
ПК-1. Способен разрабатывать сложные математические модели динамики, прочности и ресурса с учетом особенностей конструкций и протекающих процессов	Освоение дисциплины причастно к ТФ 32.004 Д/02.7 (ПС 32.004 Специалист по прочностным расчетам авиационных конструкций), решает задачу разработки сложных математических моделей с учетом особенностей конструкций и протекающих процессов					
	ИПК-1.2. Разрабатывает модели прогнозирования ресурса машин и конструкций.	Знать: - детерминированные и вероятностные модели и методы расчета и прогнозирования ресурса машин и конструкций.	Уметь: - проводить расчеты ресурса машин и конструкций.	Владеть: - методами расчета и прогнозирования ресурса машин и конструкций с использованием программных средств.	Задание к расчетно-графической работе (РГР). Контрольные вопросы к отчету по расчетно-графической работе (РГР).	Вопросы для экзамена (20 билетов)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		3 семестр
Формат изучения дисциплины		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	75	75
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	68	68
занятия лекционного типа (Л)	34	34
практические занятия (ПР)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2.Внеаудиторная, в том числе	7	7
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	3	3
2. Самостоятельная работа (СРС)	60	60
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	26	26
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	34	34
Подготовка к экзамену (контроль)	45	45

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)										
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час														
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час															
3 семестр																			
ОПК-10 ИОПК-10.2	Раздел 1 Детерминированные методы расчета ресурса																		
	Тема 1.1 Введение. Понятие о детерминированных и вероятностных подходах к определению ресурса	2	-	-	2	подготовка к лекциям 1.2 (§ 2.4)	Лекция												
	Тема 1.2 Факторы, определяющие исчерпание ресурса	4	-	-	4	подготовка к лекциям и ПЗ 1.2 (§3.11-3.14); 2.1 (§ 7.1); 2.2 (§§ 2.4.1; 3.2.1; 4.4.1; 4.5.3; 4.6.1)	Лекция												
	Тема 1.3 Расчет ресурса из условия усталостной прочности РГР Расчет ресурса сосуда давления из условия усталостной прочности	2		8	16	РГР, подготовка к лекциям и ПЗ Конспект лекций, 2.2 (§ 4.5.3); 3.1; 2.4.	Расчеты на компьютере с использованием ПК Nastran												
	Тема 1.4 Расчет ресурса на стадии развития усталостных трещин ДЗ Определение разрушающего давления и ресурса сосуда с поверхностью трещиной	6		4	6	ДЗ. Подготовка к лекциям и ПЗ Конспект лекций, 1.2 (§ 3.14); 2.2 (§ 4.6)	Расчеты на компьютере с использованием ППП MathCad и EXEL												
	Тема 1.5 Расчет ресурса из условия длительной статической прочности.	2		2	2	Подготовка к лекциям и ПЗ Конспект лекций, 2.2 (§ 3.2)	Лекция												
	Тема 1.6 Расчет ресурса из условия длительной циклической прочности	2		2	2	Подготовка к лекциям и ПЗ Конспект лекций	Лекция												
Итого по 1 разделу		18	-	16-	32														
ПК-1 ИПК-1.2	Раздел 2 Структурные методы прогнозирования ресурса																		
	Тема 2.1 Модели системной теории надежности	1	-	2	2	подготовка к ПЗ 1.1 (§ 1.2); 2.1 (§ 5.1; 5.2);	Лекция												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
					2.1 (ст.34-36); 2.3								
	Тема 2.2 Прогнозирование ресурса для систем с ограничением по числу отказавших элементов	1	-	-2	2	Подготовка к ПЗ Конспект лекций; 1.2 (§ 5.11)	Лекция						
	Итого по 2 разделу	2	-	4	4								
ПК-1 ИПК-1.2	Раздел 3 Статистические методы прогнозирования ресурса												
	Тема 3.1 Метод экстраполяции на основе МНК ДЗ Прогнозирование ресурса объекта методом экстраполяции на основе МНК	2	-	2	10	ДЗ, подготовка к лекциям и ПЗ 2.1 (стр.238-241) Конспект лекций	Расчёты на компьютере с использованием ППП MathCad и EXEL						
	Тема 3.2 Авторегрессионная модель	2	-	2	2	Подготовка к лекциям и ПЗ Конспект лекций	Лекция						
	Тема 3.3 Прогнозирование ресурса на основе модели достижения случайным процессом допустимой области	2	-	2	2	Подготовка к лекциям и ПЗ 1.2 (§5.2); 2.1 (§ 7.2; 7.3)	Лекция						
	Тема 3.4 Прогнозирование ресурса на основе корреляционного анализа	2		1	2	Подготовка к лекциям и ПЗ Конспект лекций	Лекция						
	Тема 3.5 Прогнозирование ресурса на основе алгоритма статистической классификации	1		1	2	Подготовка к лекциям и ПЗ Конспект лекций	Лекция						
	Итого по 3 разделу	9	-	8	18								
ПК-1 ИПК-1.2	Раздел 4 Физические модели прогнозирования ресурса												
	Тема 4.1 Прогнозирование ресурса на основе моделей накопления усталостных повреждений	2	-	2	2	Подготовка к лекциям и ПЗ Конспект лекций	Лекция						
	Тема 4.2 Прогнозирование ресурса на	2	-	2	2	Подготовка к лекциям и ПЗ	Лекция						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	основе моделей роста усталостных трещин					Конспект лекций							
	Тема 4.3 Прогнозирование ресурса конструкций из условия усталости сварных соединений	1	-	2	2	Подготовка к лекциям и ПЗ Конспект лекций	Лекция						
	Итого по 4 разделу	5	-	6	6								
ИТОГО за семестр		34	-	34	60								
ИТОГО по дисциплине		34	-	34	60								

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, расчетно-графические работы.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

6.1.1 Примерная тематика РГР: «Расчет ресурса сосуда давления из условия усталостной прочности».

6.1.2 Примерная тематика домашних заданий:

- «Определение разрушающего давления и ресурса сосуда с поверхностной трещиной»;

- «Прогнозирование ресурса объекта методом экстраполяции на основе МНК».

6.1.3 Типовые вопросы тестов для текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся представлены в разделе 12.

6.1.4 Перечень вопросов и практических заданий, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен) представлен в разделе 12.

6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине для текущего контроля в семестре применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов (Таблица 5)

Таблица 5 – Балльно-рейтинговая система оценивания

Шкала оценивания	Экзамен	Текущий контроль
85-100	Отлично	Отлично
70-84	Хорошо	Хорошо
60-69	Удовлетворительно	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле (экзамен) успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (Таблица 6).

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-10. Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	ИОПК-10.2. Разрабатывает физико-механические и математические модели при решении задач в области прикладной механики.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены модели расчета ресурса машин и конструкций	Фрагментарные, поверхностные знания моделей расчета ресурса машин и конструкций	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Умеет применять методы расчета ресурса машин и конструкций с использованием компьютерных моделей	Имеет глубокие знания в области физико-механических моделей расчета ресурса машин и конструкций и методов их компьютерной реализации .
ПК-1. Способен разрабатывать сложные математические модели динамики, прочности и ресурса с учетом особенностей конструкций и протекающих процессов	ИПК-1.2. Разрабатывает модели прогнозирования ресурса машин и конструкций.	Изложение учебного материала бессистемное, незнание моделей и методов прогнозирования ресурса машин и конструкций.	Фрагментарные, поверхностные знания моделей и методов прогнозирования ресурса машин и конструкций.	Владеет методами прогнозирования ресурса машин и конструкций.; допускает незначительные ошибки, которые сам исправляет.	Имеет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет моделями и методами прогнозирования ресурса машин и конструкций.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1 Волков В.М. Надежность машин и тонкостенных конструкций: Учеб.пособие / В.М. Волков; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород, 2011. - 365 с.

1.2 Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций/ В.В. Болотин; - М. : Машиностроение, 1984. - 312 с. (<https://lib-bkm.ru/12306>).

7.2. Справочно-библиографическая литература

2.1 Острайковский В.А. Теория надежности: Учебник / В. А. Острайковский. - М.: Высш. шк., 2008. - 464 с. (https://www.studmed.ru/ostreykovskiy-va-teoriya-nadezhnosti_77278983a9e.html)

2.2 Волков В.М. Механические свойства и разрушение материалов: Учеб.пособие / В.М. Волков, А.А. Миронов, Т.В. Моисеева; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород, 2017. - 138 с.

2.3 ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения

2.4 ГОСТ 25.101-83 Расчеты и испытания на прочность. Методы схематизации случайных процессов нагружения элементов машин и конструкций и статистического представления результатов

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

3.1 Методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Прогнозирование ресурсов машин и конструкций» по теме «Расчет ресурса

сосуда давления из условия усталостной прочности» / Сост. А.А. Миронов/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2021. – 9 с.

3.2. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20.

3.3 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20.

3.4 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

8.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.

4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>. – Загл. с экрана.

8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка доступа к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://urait.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

№	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
2	Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
3	Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
4	Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
5	Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
6	Windows XP лиц. № 65609340	
7	Office 2007 лиц. № 43178971	
8	Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
9	MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
10	Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
11	Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost //home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техсперт»	доступ из локальной сети

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с

ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий

№	Наименование аудиторий	Оснащенность аудиторий	Перечень лицензионного программного обеспечения.
1	5106 учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28Л, корп. 5,ауд.5106	1. Аудиторная доска для мела. 2. Комплект демонстрационного оборудования: - ноутбук, с выходом на мультимедийный - проектор, - мультимедийный проектор - экран.	Windows XP (Лицензия MSDN Academic Alliance (MSDNAA), договор №Tr021888 от 18.06.2008), Microsoft Office Professional 2003 (лицензия № 61410938).
2	2102а компьютерный класс - помещение для СРС, выполнения расчетных работ г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24Б, корп. 2,ауд.2102а	1. Аудиторная доска для мела. 2. Компьютеры DEPO Intel Core2 Duo CPU E4600 2.4 GHz, 3 GB RAM (12 шт.) в составе локальной вычислительной сети университета. 3. Портативный мультимедийный проектор и экран.	Windows XP (Лицензия MSDN Academic Alliance (MSDNAA), договор №Tr021888 от 18.06.2008), Microsoft Office Professional 2003 (лицензия № 61410938), MSC. Patran 2012, MSC.Nastran 2012, MSC.Adams 2012 (договор 28-13/13-215 от 17.06.2013 г.)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания);
- тест;
- отчет по практическим работам.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (экзамену).

11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях практического типа

Практические занятия направлены на формирование навыков решения практических задач, применяя полученные теоретические знания, а также навыков самостоятельной работы под руководством преподавателя.

На практических занятиях проводится решение расчетных задач в процессе проработки наиболее сложных в теоретическом плане проблем и проводятся в трех формах:

1. устный опрос студентов по конкретной тематике практического занятия;
2. решение и объяснение типовых задач по данной теме;
3. самостоятельная работа студентов с использованием учебных пособий, лекций и консультаций преподавателя при выполнении ими контрольных заданий.

11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11.5. Методические указания для выполнения РГР

Выполнение РГР способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности.

Методические указания к выполнению РГР приведены в п.7.3.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Типовые тестовые задания

1) В каких единицах может измеряться ресурс.

Варианты ответов: Часы. Километры. Циклы нагружения. Во всех приведенных.

2) Как изменяется предел длительной прочности с ростом параметра Ларсона-Миллера.

Варианты ответов: Возрастает. Убывает. Не зависит

Только для изотропной. Только для кинематической. Для обеих моделей.

3) Для каких случайных величин в физических методах прогнозирования используется закон распределение Пуассона.

Варианты ответов: Начальная длина трещины. Предел усталости. Число трещин. Для всех указанных величин.

12.2 Примерная тематика РГР

Расчет ресурса сосуда давления из условия усталостной прочности.

12.3 Перечень теоретических вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Ресурс – составная часть надежности конструкции.

2. Основные понятия: предельное состояние, наработка, срок службы, ресурс, остаточный ресурс.

3. Два подхода к определению ресурса конструкций: детерминированный и вероятностный.

4. Функция распределения величины ресурса и ее связь с функцией надежности. Средний и гамма-процентный ресурс.

5. Факторы, определяющие исчерпание ресурса конструкций: циклические нагрузки, высокие температуры, поверхностно-активные среды. Совместное воздействие различных факторов.

6. Расчет ресурса конструкций из условия усталостной прочности. Основные понятия: малоцикловая и многоцикловая усталость, приведенное напряжение, кривая циклической прочности, теоретический и эффективный коэффициенты концентрации напряжений.

7. Линейная гипотеза суммирования повреждений.

8. Формирования циклов нагружения.

9. Методика расчета ресурса сосудов давления.

10. Расчет ресурса конструкций на стадии развития несквозных усталостных дефектов.
11. Определение начального размера дефекта.
12. Определение предельного состояния конструкции с дефектом, границы хрупкой, квазихрупкой и вязкой областей разрушения.
13. Описание кинетики распространения дефекта. Алгоритмы расчета ресурса конструкции с несквозными усталостными трещинами.
14. Расчет ресурса конструкций из условия длительной статической прочности. Предел длительной прочности и предел ползучести. Методы экстраполяции длительной прочности.
15. Расчет ресурса конструкций из условия длительной циклической прочности. Суммирование повреждений в условиях циклических нагрузок и повышенных температур.
16. Вероятностные методы прогнозирования ресурса конструкций.
17. Ресурс при последовательном, параллельном, смешанном соединение элементов в системе.
18. Ресурс для систем с ограничением по числу отказавших элементов.
19. Экстраполяционные модели прогнозирования. Метод наименьших квадратов.
20. Авторегрессионная модель прогнозирования.
- 21 Алгоритм статистической классификации.
22. Применение корреляционного анализа в задачах прогнозирования.
23. Веерные модели прогнозирования.
24. Прогнозирование ресурса в рамках модели накопления усталостных повреждений при случайном характере нагружения.
25. Прогнозирование ресурса в рамках модели накопления усталостных повреждений с учетом стохастичности свойств материала.
26. Прогнозирование ресурса в рамках модели роста усталостных трещин с учетом стохастичности начальных размеров дефектов.
27. Прогнозирование ресурса в рамках модели роста усталостных трещин с учетом стохастичности параметров трещиностойкости материала.
28. Прогнозирование ресурса в рамках модели роста усталостных трещин с учетом стохастичности начальных размеров дефектов и параметров трещиностойкости материала.
29. Прогнозирование ресурса машин и конструкций в рамках модели усталости сварных соединений.

12.4 Примерная тематика практических заданий для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Определение ресурса конструкции из условия усталостной прочности при нестационарном нагружении.
2. Определение ресурса конструкции из условия усталостной прочности при сложном нагружении.
3. Определение остаточного ресурса сосуда давления при блочном нагружении.
4. Определение ресурса трубопровода в условиях ползучести при блочном нагружении.
5. Определение ресурса сосуда давления на стадии роста не сквозного усталостного дефекта.
6. Оценка ресурса конструкции на основе модели достижения процессом изменения параметра состояния границы допустимой области.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИТС

Тумасов А.В.

“ ____ ” 2021 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины¹
Б1.Б.7 «Прогнозирование ресурса машин и конструкций»
(индекс по учебному плану, наименование)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 15.04.03 Прикладная механика

Направленность: Динамика и прочность машин

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Курс 2

Семестр 1

² а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021 г. начала подготовки.
б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1)
- 2)
- 3)

Разработчик: Миронов Анатолий Алексеевич, д.т.н., доц.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

“ ____ ” 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры АГДПМиСМ
протокол № _____ от « ____ » 2021 г.

Заведующий кафедрой Герасимом С.И. д.ф.-м.н., поф. _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой АГДПМиСМ _____ « ____ » 2021 г.

Методический отдел УМУ: _____ « ____ » 2021 г.

¹ Рабочая программа дисциплины актуализируется ежегодно перед началом нового учебного года

² Разработчик выбирает один из представленных вариантов