

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Конструкционная прочность** \_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ **очная** \_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ **магистратура** \_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **108 (3)** \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **15.04.03 Прикладная механика** \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Динамика и прочность машин, конструкций и механизмов** \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов фундаментальных знаний в области расчетов машин приборов и конструкций на прочность, устойчивость и надежность, освоение студентами основных факторов, влияющих на конструкционную прочность материалов в реальных деталях с целью обеспечения требуемой работоспособности конструкций и узлов машин.

Основными задачами являются:

- приобретение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для расчета долговечных и надежных конструкций;
- выработка научно обоснованных навыков по выбору оптимальной критериальной теории в зависимости от поставленных задач, условий эксплуатации и материала;
- применение классических критериев разрушения и пластичности для расчета прочных деталей машин и механизмов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- Механические свойства материалов, модели форм, нагрузок, закреплений элементов конструкций.
- Технологические процессы и параметры, влияющие на деформативность, прочность деталей машин;
- Критерии определяющие конструкционную прочность, надежность и долговечность конструкций.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды;	Знает основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды;	Экспресс-тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет выделять из рассматриваемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели;	Умеет выделять из рассматриваемой проблемы задачу механики, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели;	Экзамен
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели.	Владеет навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели.	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знает современные методы прочностных расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций;	Знает современные методы проектирования, конструирования и проведения прочностных расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций;	Экзамен
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Умеет самостоятельно осуществлять проектирование, конструирование и проведение прочностных расчетов различных объектов, в том числе авиационных конструкций, объектов в области машиностроения и автомобилестроения;	Умеет самостоятельно осуществлять проектирование, конструирование и проведение прочностных расчетов различных объектов, в том числе авиационных конструкций, летательных и ракетно-космических аппаратов и систем, объектов в области машиностроения и автомобилестроения;	Контрольная работа
ПК-1.6	ИД-3ПК-1.6	Владеет навыками	Владеет навыками	Отчёт по

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		самостоятельного проведения прочностных расчетов различных объектов, в области машиностроения.	самостоятельного проектирования, конструирования и проведения прочностных расчетов различных объектов, в том числе авиационных конструкций, летательных и ракетно-космических аппаратов и систем, объектов в области машиностроения и автомобилестроения.	практическом у занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	25	25	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	27	27	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Конструкционные материалы в современной технике. Особенности работы материалов в элементах конструкций, приборов, машин и аппаратуры	6	0	0	6
Механизмы вязкого, хрупкого и усталостного разрушений. Причины перехода материалов из пластического состояния в хрупкое. Изнашивание и коррозионная стойкость материалов. Влияние основных факторов на изнашивание: нагрузки, скорости скольжения и температуры, твердости, модуля упругости, агрессивная окружающая среда. Методы оценки износа. Критерии износа. Хладноломкость металлов. Коррозионно-механическое растрескивание.				
Обеспечение качества металлопродукции при изготовлении и обработке	6	0	6	7
Выбор оптимальных параметров различных процессов изготовления: кузнечного производства, прокатки, прессования, волочения и механической обработки. Причины возникновения технологических остаточных напряжений.				
Влияние остаточных напряжений на качество и конструкционную прочность металлоизделий	7	0	6	7
Механизмы формирования остаточных напряжений. Влияние степени пластической деформации и температурных режимов обработки на уровень и распределения остаточных напряжений. Виды и методы определения остаточных напряжений. Экспериментальные методы исследования остаточных напряжений – механические и физические. Энергетические подходы к определению технологических остаточных напряжений. Определение остаточных напряжений в деталях машин и механизмов с применением Теоремы о разгрузке (т. Генке).				
Нормы расчета на прочность, надежность и долговечность в машиностроении и энергетике, аэрокосмической технике, строительстве	6	0	6	7
Применение критериальных теорий прочности и пластичности в расчетах конструкционной прочности. Расчеты на прочность при эксплуатации: сосудов давления, корпусных деталей, трубопроводов, деталей летательных аппаратов, элементов строительных конструкций.				
ИТОГО по 3-му семестру	25	0	18	27
ИТОГО по дисциплине	25	0	18	27

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Применение теорий пластичности и ползучести к решению практических задач
2	Расчет предельно допустимых нагрузок с учетом факторов износа при эксплуатации деталей машин
3	Выбор оптимальных параметров механической обработки с учетом силовых и температурных факторов при резании
4	Применение теоремы о разгрузке к нахождению остаточных напряжений после пластического деформирования
5	Применение энергетических подходов к нахождению технологических остаточных напряжений после пластического деформирования методами ОМД
6	Расчет конструкций на прочность с учетом пластичности и ползучести
7	Решение прочностных задач механики для элементов конструкций из анизотропных материалов
8	Расчеты на прочность при эксплуатации: сосудов давления, корпусных деталей, трубопроводов

### 5. Организационно-педагогические условия

#### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии и анализ ситуаций и имитационных моделей.

#### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

**6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**6.1. Печатная учебно-методическая литература**

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Механические испытания. Конструкционная прочность. - М.: , Машиностроение, 1974. - (Механические свойства металлов : в 2 ч.; Ч. 2).	5
2	Проблемы прочности и пластичности твердых тел : сборник статей / Академия наук СССР; Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе; Под ред. С. Н. Журкова. - Ленинград: Наука, 1979.	2
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Махутов Н. А. Техническая диагностика остаточного ресурса и безопасности : учебное пособие / Н. А. Махутов, М. М. Гаденин. - Москва: Спектр, 2011.	5
2	Сорокин Г. М. Системный анализ и комплексные критерии прочности сталей / Г. М. Сорокин, И. Б. Куракин. - Москва: Недра, 2011.	2
3	Статическая прочность и механика разрушения сталей : сборник научных трудов : пер. с нем. - М.: Металлургия, 1986.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Методы подобия в надежности / В. А. Мельников [и др.]. - Москва: , Машиностроение, 1987. - (Надежность и эффективность в технике : справочник : в 10 т.; Т. 4).	4
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Кузьмин Ф. И. Задачи обеспечения надежности технических систем / Ф. И. Кузьмин. - Москва: Радио и связь, 1982.	4
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Колмогоров Г. Л. Технологические остаточные напряжения и их влияние на долговечность и надёжность металлоизделий : коллективная монография / Г. Л. Колмогоров, Е. В. Кузнецова, В. В. Тиунов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	15

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Колмогоров Г.Л., Кузнецова Е.В., Тиунов В.В. Технологические остаточные напряжения и их влияние на долговечность и надежность металлоизделий: Монография. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012. – 226 с.	<a href="http://dpm.pstu.ru/index.php/kollektiv/33-kuznetsova-elena-vladimirovna">http://dpm.pstu.ru/index.php/kollektiv/33-kuznetsova-elena-vladimirovna</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978 )

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
-------------	---	-------------------



Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	мультимедиа комплекс: ноутбук, проектор, экран	1
Практическое занятие	персональные ЭВМ	10

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе