



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО».

Руководитель ОП

Механика деформируемого твердого тела

(название образовательной программы)

 О.Н. Любимова

(подпись) (Ф.И.О)

«25» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

Механики и математического моделирования

(название кафедры)

 А.А. Бочарова

(подпись) (Ф.И.О)

«25» июня 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория пластичности и ползучести

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика
Профиль «Механика деформируемого твердого тела»
Форма подготовки – очная

Инженерная школа
Кафедра механики и математического моделирования
курс 2 семестр 3
лекции 18 час. / 0.5 з.е.
практические занятия 18 час. / 0.5 з.е.
лабораторные работы 0 час. / 0 з.е.
всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.) / 1 з.е.
самостоятельная работа 72 (час.) / 2 з.е.
контрольные работы (0)
курсовая работа / курсовой проект - семестр
зачет 3 семестр
экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 866

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры механики и математического моделирования, протокол от 24.06.2019 № 11

Составитель: канд. физ.-мат наук., профессор кафедры механики и математического моделирования О.Н. Любимова

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Теория пластичности и ползучести» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, профиль «Механика деформируемого твердого тела». Трудоемкость дисциплины – 3 зачетные единицы (108 академических часов), включает в себя 18 часов лекций, 18 часов практических занятий и 72 часа самостоятельной работы. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в третьем семестре. Дисциплина «Теория пластичности и ползучести» входит в вариативную часть учебного плана Б1.В.ДВ.1.1 и является дисциплиной по выбору.

Целью изучения дисциплины «Теория пластичности и ползучести» является научить математической постановке задач теории пластичности, анализу дифференциальных уравнений равновесия и движения и их решению, методам их интегрирования.

Задачи дисциплины:

1. Ознакомление с деформационной теорией пластичности, явлениями ползучести и релаксации напряжений, понятием длительной прочности, научить решать задачи по определению коэффициента запаса.
2. Ознакомление с теориями старения, течения, упрочнения, методами определения времени разрушения конструкций и с механическими моделями деформируемого тела.
3. Формирование умения внедрять результаты научно-технических разработок в реальный сектор проектирования конструкций

Интерактивные формы обучения составляют 4 часа и включают в себя 2 часа лекционных занятий (проблемная лекция), 2 часа практических занятий (обсуждение доклада).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ОПК - 1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	Знает	методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий
	Умеет	планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
	Владеет	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой
<p>ПК - 1 самостоятельно выполнять научные исследования в области механики деформируемого твердого тела, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии, с целью установление законов деформирования, повреждения и разрушения материалов; выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения</p>	Знает	научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов.
	Умеет	использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.
	Владеет	современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела
<p>ПК - 2 самостоятельно применять методы механики и вычислительной математики,</p>	Знает	научные основы и закономерности механических явлений, применяемые при постановке и решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях

теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования постановке и решению краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях, а также для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения	Умеет	использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.
	Владеет	современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, применяемыми для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория пластичности и ползучести» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: презентации, кейс-технологии, проблемные лекции, метод анализа конкретных ситуаций, метод разыгрывания ролей, метод игрового производственного проектирования, мозговой штурм, интерактивное занятие с применением видеоматериалов, и др.

Широкое применение получают методы: круглые столы (дискуссии, дебаты), тематические конференции, деловые игры, имитирующие реальные условия проведения исследования прочности строительных материалов и изделий.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)

РАЗДЕЛ 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ (10 час.)

Тема 1. Введение. (2 час.)

Задачи курса, его структура. Исторические сведения. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах. Напряжения, деформации, скорости деформаций и их инварианты. Основные теоретические соотношения между напряжениями и деформациями за пределами упругости.

Тема 2. Механические свойства твердых тел. (проблемная лекция) (4 час.)

Понятие простого нагружения. Схематизация диаграмм деформирования. Условия возникновения пластических деформаций. Анизотропные и сложные среды. Условия Сен-Венана, Хилла-Мизеса, Ишлинского для изотропного тела. Условие начала пластических деформаций для анизотропного тела.

Тема 3. Методы экспериментального определения механических характеристик материала. (проблемная лекция) (2 час.)

Релаксация напряжений. Ползучесть при линейном напряженном состоянии. Первая и вторая стадии ползучести. Понятие о технических теориях ползучести. Теория течения. Теория старения. Теория упрочнения.

Тема 4. Свойства поверхности нагружения (2 час.)

Поверхность нагружения (поверхность пластичности). Постулат Друкера. Выпуклость поверхности нагружения и ассоциированный закон течения. Теория изотропного расширения, кинематическая и комбинированные теории.

РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ (8 час.)

Тема 1. Теория малых упругопластических деформаций. (2 час.)

Теорема Ильюшина о простом нагружении. Теория пластического течения. Связь между теориями при простом нагружении.

Тема 2. Система уравнений теории пластичности. (2 час.)

Условия на границе, разделяющей упругую и пластическую зоны. Методы решения задач теории пластичности. Методы дополнительных напряжений, дополнительных деформаций и переменных параметров упругости. Вариационные принципы в теории малых упругопластических деформаций и их применение при решении задач. Анализ неустойчивости процессов деформирования.

Тема 3. Энергетические теоремы и экстремальные принципы. (2 час.)

Использование уравнения Ляме. Система уравнений Бельтрами. Общая характеристика современного состояния вопросов решения задач теории упругости.

Тема 4. Теория и методы расчета предельного состояния различных элементов машиностроительных конструкций. (2 час.)

Кинематическая и статическая теоремы и их применение к оценке предельных нагрузок элементов конструкций.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

**(18 час., в том числе 10 час. с использованием методов
активного обучения)**

Практические занятия (18/2 час.)

Занятие 1. Теория упругопластического деформирования для стержней. (обсуждение доклада) (2 часа)

1. Нахождение главных направлений и главных значений декартова тензора.

2. Доказательство ортогональности главных значений тензора.

Занятие 2. Теория упругопластического деформирования для пластин. (обсуждение доклада) (4 часа)

1. Определение вектора напряжения в заданной точке пластины.
2. Определение тензора напряжений.

Занятие 3. Теория упругопластического деформирования для оболочек. (4 часа)

1. Нахождение поверхности напряжения Коши для заданных состояний напряжения.
2. Определение главных напряжений и главных осей тензора напряжений.
3. Вычислить инварианты тензора напряжений.
4. Определение максимального касательного напряжения в заданной точке.

Занятие 4. Задачи с осевой и центральной симметрией. (4 часа)

1. Разложение тензора напряжений.
2. Определение главных напряжений для заданного напряжённого состояния.

Занятие 5. Общие методы решения задач пластичности: метод начальных напряжений, метод начальных деформаций, метод переменных параметров упругости. (4 часа)

1. Применение метода начальных напряжений.
2. Оптимизация вычислений пластических деформаций.
3. Сведение решения задач деформационной теории пластичности к решению последовательности обычных задач упругости.

**III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела» представлено в приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ П/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			Текущий контроль	Промежуточный контроль
1	Элементы вычислительной и линейной алгебры	ОПК-1 ПК-2, ПК-3	собеседование, конспект	вопросы к кандидатскому экзамену 1-17
2	Средства компьютерного моделирования	ОПК-1 ПК-2, ПК-3	собеседование, конспект	вопросы к кандидатскому экзамену 18-35

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Субботницкий В.В. Критерии пластичности и разрушения.

Методические указания. - Вл-к: Изд-во ДВГТУ, 2010 г. – 34 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:415114&theme=FEFU>

2. Самарский А.А. Введение в численные методы. Учебное пособие для вузов. / А.А. Самарский. - М.: Лань, 2009. - 288 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298687&theme=FEFU>

3. Богомаз И. В. Механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. В. Богомаз. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 346 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=442969>

4. Доркин В.В. Металлические конструкции: Учебник / В.В. Доркин, М.П. Рябцева. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 457 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=168938>

Дополнительная литература (печатные и электронные издания)

1. Адаскин А.М. Материаловедение и технология материалов / А.М. Адаскин, В.М. Зуев. - М.: Форум, 2010. - 336 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=178874>

2. Гоцеридзе Р.М. Технология конструкционных материалов в приборостроении: Учебник / Р.М. Гоцеридзе. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 423 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=363469>

3. Березина Е.В. Сопротивление материалов: учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 208 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=191214>

4. Радаев В.Н. Пространственная задача математической теории пластичности: Учебное пособие. - Самара: Изд-во "Самарский университет", 2005. - 142 с. <http://window.edu.ru/resource/883/46883>

5. Загиров, Н. Н. Основы расчетов процессов получения длинномерных металлоизделий методами обработки металлов давлением [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Н. Н. Загиров, И. Л. Константинов, Е. В. Иванов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 312 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=442107>

6. Тимофеев В.Л. Технология конструкционных материалов: Уч. пос. /

В.Л. Тимофеев, В.П. Глухов и др.; Под общ. ред. проф. В.Л. Тимофеева. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 272 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=220150>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотека НЭБ:
<http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>
2. Сайт «Мой сопромат»:
<http://www.mysopromat.ru/cgi-bin/index.cgi>
3. Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн каталог:
<http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>
4. Информационная система ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/resource>
5. ЭБС «Консультант аспиранта»: <http://www.studentlibrary.ru/>
6. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М»: <http://znanium.com/>
7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»:
<http://e.lanbook.com/>
8. Деформация и разрушение материалов. Ежемесячный рецензируемый научно-технический журнал:
http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=14
9. Динамика, прочность и износостойкость машин. Электронный журнал.
<http://pent.sopro.susu.ac.ru/W/ej/index.html>
10. Цифровые датчики семейства ZETSENSOR. Электронные технологии и метрологические системы:
<http://www.zetlab.ru/catalog/vibrostats/>
<https://zetlab.com/podderzhka/tsifrovyie-datchiki-semeystva-zetsensor/>

VI. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест -15.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment №62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт

		№ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
2	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment №62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard №2906/1 от 29.06.2012.
3	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест - 4.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment №62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard №2906/1 от 29.06.2012.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Учебная мебель на 15 рабочих мест, Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox -1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.).
2	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Оборудование: Учебная мебель на 4 рабочих места, Компьютер Lenovo C360G-i3-4130T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB) 500 GB, клавиатура, компьютерная мышь - - 3 шт; Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C-1 шт.)
3	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель на 16 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул), мультимедийный проектор Optima EX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт. Доска аудиторная.
4	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605а Помещение для хранения и профилактики учебного оборудования	Учебная мебель на 1 рабочее место

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Теория пластичности и ползучести»

Направление подготовки

01.06.01 Математика и механика

Профиль «Механика деформируемого твердого тела»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток
2019**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-12 недели	Проработка материала раздела 1	36 часов	Конспект лекций
2	13-18 недели	Проработка материала раздела 2	36 часов	Конспект лекций

Методические указания по организации самостоятельной работы

Освоение материала по тематике дисциплины предполагает выполнение самостоятельной работы аспирантами, которая призвана углубить и закрепить конкретные теоретические и практические знания, полученные на аудиторных занятиях.

В рамках самостоятельной подготовки к занятиям аспиранты самостоятельно изучают вопросы по пройденным темам, используя при этом учебную литературу из предлагаемого списка, периодические печатные издания, научную и методическую информацию, базы данных информационных сетей (Интернет и др.).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Теория пластичности и ползучести»
Направление подготовки
01.06.01 Математика и механика
Профиль «Механика деформируемого твердого тела»
Форма подготовки (очная)

Владивосток
2019

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Теория пластичности и ползучести»

Формируемые компетенции

ОПК – 1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Знает: методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий	Общие, но не структурированные знания методов реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий	Сформированные систематические знания методов реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с

					использованием информационно-коммуникационных технологий
Умеет: планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	отсутствие умений	Частично освоенное умение планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешно, но не систематически осуществляемое умение планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Сформированное умение планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
Владеет: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой	не владеет	Фрагментарное применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации, выбора методов и средств решения задач исследования, навыков работы с вычислительной техникой	В целом успешное, но не систематическое применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации, выбора методов и средств решения задач исследования, навыков работы с вычислительной техникой	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации, выбора методов и средств решения задач исследования, навыков работы с вычислительной техникой	Успешное и систематическое применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации, выбора методов и средств решения задач исследования, навыков работы с вычислительной техникой

			техникой		техникой
Шкала оценивания (соотношение с традиционными формами аттестации)	незачтено	незачтено	зачтено	зачтено	зачтено

ПК - 1 самостоятельно выполнять научные исследования в области механики деформируемого твердого тела, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии, с целью установление законов деформирования, повреждения и разрушения материалов; выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Знает: научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов.	Отсутствие знаний научных основ и закономерностей механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов,	Фрагментарные знания научных основ и закономерностей механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых	Общие, но не структурированные знания научных основ механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания научных основ и механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов,	Сформированные систематические знания научных основ и механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между

	выявления новых связей между структурой материалов.	связей между структурой материалов.	структурой материалов.	выявления новых связей между структурой материалов.	структурой материалов.
Умеет: использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	отсутствие умений использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	Частично освоенное умение использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	В целом успешно, но не систематически осуществляемое умение использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	Сформированное умение использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.
Владеет: современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области	не владеет современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными	Фрагментарное применение современных методов и технологий вычислительной математики и механики,	В целом успешное, но не систематическое применение современных методов технологий вычислительной математики и	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение современных методов технологий вычислительной математики и	Успешное и систематическое применение современных методов технологий вычислительной математики и механики,

механики деформируемого твердого тела	технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела	компьютерных технологий, применяемых в области механики деформируемого твердого тела	механики, компьютерных технологий, применяемых в области механики деформируемого твердого тела	механики, компьютерных технологий, применяемых в области механики деформируемого твердого тела	компьютерных технологий, применяемых в области механики деформируемого твердого тела
Шкала оценивания (соотношение с традиционными формами аттестации)	незачтено	незачтено	зачтено	зачтено	зачтено

ПК - 2 самостоятельно применять методы механики и вычислительной математики, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования к постановке и решению краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях, а также для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Знает: научные основы и закономерности механических явлений, применяемые при постановке и решении краевых задач для прогноза поведения	Отсутствие знаний научных основ и закономерностей механических явлений, применяемых при постановке и решении краевых	Фрагментарные знания научных основ и закономерностей механических явлений, применяемых при постановке и	Общие, но не структурированные знания научных основ и закономерностей механических явлений, применяемых при постановке и	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания научных основ и закономерностей механических явлений,	Сформированные систематические знания научных основ и закономерностей механических явлений, применяемых при

деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях	задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях	решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях	решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях	применяемых при постановке и решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях	постановке и решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях
Умеет: использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.	отсутствие умений использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.	Частично освоенное умение использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.	В целом успешно, но не систематически осуществляемое умение использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.	Сформированное умение использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.
Владеет: современными методами и технологиями	не владеет современными методами и	Фрагментарное применение современных	В целом успешное, но не систематическое применение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое применение

<p>вычислительной математики и механики, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, применяемыми для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях</p>	<p>технологиями вычислительной математики и механики, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, применяемыми для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях</p>	<p>методов и технологий вычислительной математики и механики, теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований, применяемых для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях</p>	<p>современных методов и технологий вычислительной математики и механики, теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований, применяемых для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях</p>	<p>применение современных методов и технологий вычислительной математики и механики, теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований, применяемых для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях</p>	<p>современных методов и технологий вычислительной математики и механики, теоретических, расчетных и экспериментальных методов исследований, применяемых для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях</p>
<p>Шкала оценивания (соотношение с традиционными формами аттестации)</p>	<p>незачтено</p>	<p>незачтено</p>	<p>зачтено</p>	<p>зачтено</p>	<p>зачтено</p>

Перечень оценочных средств

№ п/п	Контролируемые части дисциплины	Коды компетенций и планируемые результаты обучения		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ОПК - 1	Знает методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий	коллоквиум	задания для зачета
		ПК –1	Знает научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов.		
				Умеет использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	
		ПК -2	Знает научные основы и закономерности механических явлений, применяемые при постановке и решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях		
2	Практическая часть	ОПК - 1	Умеет планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Доклад	

			Владеет навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой		
		ПК –1	современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела	Доклад	
		ПК -2	Умеет использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.	Расчетно-графическая работа	
			Владеет современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, применяемыми для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях		

КОМПЛЕКСЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы для коллоквиума

по дисциплине «Теория пластичности и ползучести»

(наименование дисциплины)

Тема «Механические свойства твердых тел»

1. Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах
2. Напряжения, деформации, скорости деформаций и их инварианты.
3. Основные теоретические соотношения между напряжениями и деформациями за пределами упругости.
4. Понятие простого нагружения.
5. Схематизация диаграмм деформирования.
6. Условия возникновения пластических деформаций.
7. Анизотропные и сложные среды.
8. Условия Сен-Венана, Хилла-Мизеса, Ишлинского для изотропного тела.
9. Условие начала пластических деформаций для анизотропного тела.

Тема «Методы экспериментального определения механических характеристик материала»

1. Релаксация напряжений.
2. Ползучесть при линейном напряженном состоянии.
3. Первая и вторая стадии ползучести.
4. Понятие о технических теориях ползучести.
5. Теория течения.
6. Теория старения.
7. Теория упрочнения.

Тема «Свойства поверхности нагружения»

1. Поверхность нагружения (поверхность пластичности).
2. Постулат Друкера.

3. Выпуклость поверхности нагружения и ассоциированный закон течения.

4. Теория изотропного расширения, кинематическая и комбинированные теории.

Вопросы для собеседования

по дисциплине «Теория пластичности и ползучести»

(наименование дисциплины)

Тема «Система уравнений теории пластичности»

1. Сформулируйте теорему Ильюшина о простом нагружении.
2. Сформулируйте основные положения теории пластического течения.
3. Запишите условия на границе, разделяющей упругую и пластическую зоны.
4. Приведите основные методы решения задач теории пластичности.
5. Рассмотрите методы дополнительных напряжений, дополнительных деформаций и переменных параметров упругости.
6. Сформулируйте вариационные принципы в теории малых упругопластических деформаций и их применение при решении задач.
7. Проанализируйте неустойчивости процессов деформирования.

Темы докладов

по дисциплине «Теория пластичности и ползучести»

(наименование дисциплины)

1. Физические основы пластичности и прочности металлов.
2. Теория упругопластического деформирования для стержней
3. Влияние температуры на пластичность металла.
4. Новые высокопрочные и сверхпрочные материалы с высокой пластичностью на основе железа.

5. Ползучесть и релаксация при одноосном растяжении. Основные экспериментальные результаты. Кривые ползучести и их аппроксимация. Длительная прочность.
6. Методы решения задач неустановившейся ползучести. Теория старения. Теория течения. Принцип минимума дополнительной мощности.
7. Теория вязкоупругости. Механические модели вязкоупругих тел. Линейная теория наследственности. Принцип Вольтера.

Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

по дисциплине «Теория пластичности и ползучести»

(наименование дисциплины)

Задания.

1. Найти напряженно-деформированное состояние задачи о равномерном вертикальном нагружении участка границы упругой полуплоскости.
2. Построить линии тока энергии и энергетический портрет задачи о равномерном вертикальном нагружении участка границы упругой полуплоскости.
3. Построить линии скольжения и напряженно-деформированное состояние в решении Прандтля задачи о штампе.
4. Построить линии скольжения и напряженно-деформированное состояние в решении Хилла задачи о штампе.
5. Построить линии тока и энергетический портрет в решении Прандтля задачи о штампе.
6. Построить линии тока и энергетический портрет в решении Хилла задачи о штампе.
7. Построить линии скольжения и напряженно-деформированное состояние в жестко-пластическом решении задачи о растяжении полосы, ослабленной вырезами.

8. Построить линии скольжения и напряженно-деформированное состояние в жестко-пластическом решении задачи о растяжении полосы, ослабленной вырезами.

9. Напряженное состояние в любой точке сплошной среды в декартовой системе координат задано тензором. Определить вектор напряжения в точке на площадке, касательной в этой точке к цилиндрической поверхности.

10. Дан закон движения сплошной среды. Определить компоненты тензора малых деформаций.

11. Проверить, удовлетворяет ли поле деформаций тела с компонентами вектора перемещений уравнениям совместности деформаций.

12. Задано поле перемещений . Найти компоненты тензора деформаций и тензора напряжений (модуль упругости E , коэффициент Пуассона заданы).

13. Записать граничные условия: а) на свободном краю тела; б) на поверхности, закрепленной от перемещений в направлении нормали; в) на полностью защемленной поверхности; г) на плоскости симметрии.

14. Определить напряжения во вращающемся диске. Выяснить, какие именно физико-механические константы и параметры задачи должны быть известны.

15. Толстостенная труба нагружена внутренним давлением заданной величины. Внешняя поверхность трубы свободна. Найти деформации и напряжения.

16. Толстостенная труба нагружена внутренним давлением заданной величины. Внешняя поверхность трубы жестко закреплена. Найти напряженно-деформированное состояние.

17. Найти напряженно-деформированное состояние стержня с сечением заданной формы при нагружении крутящим моментом.

18. Записать решение задачи о кручении стержня в виде пучка функций, точно удовлетворяющих граничным условиям.

19. Найти напряженное состояние прямоугольной мембраны с тремя закрепленными кромками при действии на свободной кромке равномерной погонной нагрузки.

20. Найти напряженное состояние бесконечной среды с цилиндрической полостью, в которой действует внутреннее давление.

ЗАЧЕТНО-ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Задания к зачету

1. Интенсивность касательных деформаций.
2. Интенсивность касательного напряжения.
3. Условия пластичности Треска - Сен-Венана, Мизеса, приведенного напряжения
4. Теория течения. Ассоциированный закон течения.
5. Деформационная теория пластичности.
6. Основные соотношения М. Леви и Р. Мизеса.
7. Основные соотношения Г. Генки.
8. Постулат Друкера.
9. Теорема единственности задачи теории пластичности.
10. Экстремальные принципы для жестко - пластического тела.
11. Полная система уравнений равновесия для теории течения.
12. Полная система уравнений равновесия для деформационной теории.
13. Граничные условия и условия непрерывности на границе упругой и пластической
14. Упруго - пластическое равновесие цилиндрической трубы (несжимаемый материал)
15. Упруго - пластическое равновесие цилиндрической трубы (сжимаемый материал).
16. Упруго - пластическое равновесие кольцевого диска (несжимаемый материал).

17. Упруго - пластическое равновесие кольцевого диска (сжимаемый материал).

18. Упруго - пластическое равновесие сферического сосуда (несжимаемый материал).

19. Упруго - пластическое равновесие сферического сосуда (сжимаемый материал).

20. Упруго - пластическое состояние вращающегося диска

21. Жестко - пластическое состояние вращающегося диска.

22. Упруго - пластическое кручение стержней. Основные определения.

23. Упруго - пластическое кручение стержней эллиптического сечения.

24. Упруго - пластическое кручение стержней круглого сечения.

25. Плоская теория пластичности. Линии скольжения.

26. Свойства линий скольжения.

27. Полная система уравнений равновесия плоской теории упругости.

28. Основные краевые задачи плоской теории упругости.

29. Упруго - пластическое растяжение плоскости с круговым отверстием.

30. Решения Прандтля о вдавливании плоского штампа.

31. Решения Хилла о вдавливании плоского штампа.

32. Давление на полуплоскость выпуклого и вогнутого штампов.

33. Внедрение в полуплоскость клинообразных штампов.

34. Основные определения теории ползучести.

35. Основные соотношения теории вязко - пластичности.