

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана ФТФ



А.Ю. Крайнов

2019 г.

Рабочая программа дисциплины

ФИЗИКА ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Направление подготовки
15.03.03 — Прикладная механика

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Томск–2019

1. Код и наименование дисциплины (модуля)

Б.1.5 Физика прочности и материаловедение

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Физика прочности и материаловедение» относится к дисциплинам базовой части ООП по направлению 15.03.03 «Прикладная механика», обязательна для изучения.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения

Дисциплина изучается в пятом семестре, третьего года обучения.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть)

Изучению дисциплины должно предшествовать изучение курсов: «Физика», «Материаловедение». Либо необходимы знания иных курсов аналогичных по содержанию. Студент должен знать: основные термины, понятия, законы, принципы, методы указанных дисциплин.

5. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятий лекционного типа, 18 часов – практических занятий) 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося, 36 часов из которых отводится на подготовку к экзамену.

6. Формат обучения

При обучении используются в основном элементы стандартной традиционной образовательной технологии, в виде лекций и практических занятий.

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций, соответствующих требованиям ФГОС ВО: (ПК-1, ПК-9)

способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-1);

готовность использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний (ПК-9).

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1, I уровень способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения	- знать основные теоретические представления о природе конденсированного состояния, структуре дефектов кристаллического строения, их кинетике в силовых полях, природе взаимодействия дефектов и их вкладе в процессы пластической деформации и разрушения. - уметь объяснять физические механизмы, контролирующие природу пластического течения и разрушения твердых тел в зависимости от их природы, различать различные механизмы пластической деформации и

соответствующий физико-математический аппарат	<p>разрушения, проводить оценки основных характеристик деформируемых материалов (пределы прочности и текучести, коэффициенты деформационного упрочнения) на основе представлений о механизмах пластического течения.</p> <p>- владеть основными научными представлениями о природе прочности и пластичности, сведениями и природе деформационного и примесного упрочнения металлов и сплавов, данными о природе разрушения твердых тел при различных условиях нагружения, в том числе экстремальных, методиками расчета основных механических свойств на основе физических моделей взаимодействия структурных дефектов.</p>
ПК-9, I уровень готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний	<p>- знать основные положения теории упругости и теории пластичности, различие условных (индикаторных) и истинных напряжений и деформаций, основные виды деформационных кривых и влияние на них температуры и скорости нагружения, природу перехода от равномерной деформации к сосредоточенной (шейке) и разрушению в разных условиях испытаний.</p> <p>- уметь проводить механические испытания в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений, получать и интерпретировать результаты механических испытаний, обрабатывать кривые пластического течения для оценки механических свойств материалов, проводить статистическую обработку экспериментальных данных о прочности материалов.</p> <p>- владеть современной литературой по вопросам прочности и пластичности материалов, методами подготовки образцов для анализа и методами механических испытаний, информацией о современной аппаратуре для механических испытаний, методиками обработки деформационных кривых, в том числе и в автоматическом режиме, методами получения активационных характеристик процессов, контролирующего пластическое течение и разрушение</p>

8. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

1. Дефекты кристаллического строения. Классификация дефектов. Вакансии, примесные атомы, комплексы точечных дефектов. Линейные дефекты (дислокации). Поверхностные дефекты. Границы зерен в металлах. Объемные дефекты (включения, поры). Коагуляция точечных дефектов по Пинесу и Френкелю.

2. Дислокации в кристаллах. Геометрия дислокаций. Вектор Бюргерса. Типы дислокаций. Дислокация как источник внутренних напряжений. Сила, действующая на дислокацию. Уравнение Тейлора-Орована. Динамика дислокаций. Плотность дислокаций. Дислокационные ансамбли и их эволюция в ходе деформации.

3. Упрочнение металлов и сплавов. Деформационное упрочнение. Стадийность деформационного упрочнения. Теория деформационного упрочнения Зегера. Упрочнение ГЦК и ОЦК монокристаллов. Упрочнение поликристаллов. Уравнение Холла-Петча. Современное состояние проблемы стадийности деформационного упрочнения. Локализация пластической деформации. Элементы мезомеханического описания пластического течения.

4. Природа высокопрочного состояния. Теоретическая прочность. Природа примесного упрочнения. Виды примесного упрочнения. Упрочнение твердых растворов. Дисперсионное твердение. Прочность нитевидных кристаллов. Композитные материалы. Аморфные материалы (металлические стекла). Сдвиговая устойчивость и неустойчивость кристаллической решетки.

5. Механические свойства металлов и сплавов. Диаграммы пластической деформации. Основные механические характеристики материалов. Пределы упругости и пропорциональности, предел текучести, предел прочности. Удлинение и сужение поперечного сечения. Масштабный эффект. Ударная вязкость. Вязкость разрушения. Элементы линейной механики разрушения. Износостойкость.

6. Экспериментальные методы исследования пластической деформации и разрушения. Механические испытания. Конструкции испытательных машин. Измерение твердости и микротвердости. Металлография деформированных материалов. Методы исследования быстропротекающих процессов деформации и разрушения. Подготовка и исследование монокристаллических образцов. Фрактография.

7. Методы исследования напряженно-деформированного состояния. Голографическая интерферометрия. Спекл-интерферометрия. Поляризационно-оптический метод измерения напряжений. Тензометрия. Акустические методы.

8. Разрушение твердых тел. Теория трещин Гриффитса и Баренблатта. Классификация типов разрушения. Хрупкое и вязкое разрушение. Разрушение при ползучести. Разрушение при усталости. Адиабатическое разрушение. Линейная механика разрушения. Кинетическая теория прочности Журкова. Мезомеханика разрушения.

9. Ползучесть металлов и сплавов. Стадийность явления ползучести. Кривая ползучести. Теория логарифмической (истощающейся) ползучести. Установившаяся ползучесть. Ускоренная ползучесть. Диффузионная ползучесть. Микрокрип. Ползучесть в условиях радиационного воздействия.

10. Релаксация упругих напряжений. Физика явления релаксации. Микромеханизмы релаксации напряжений. Релаксация как метод исследования механических свойств и дефектной структуры материалов.

11. Усталость материалов. Режимы усталостных испытаний. Форма цикла нагружения. Мало- и многоцикловая усталость. Кривая Велера. Характер разрушения при усталости. Влияние внешних факторов на усталость. Диагностика усталостного разрушения. Восстановление усталостного ресурса материалов.

12. Природа динамического разрушения. Адиабатический срез. Фазовые превращения при деформации. Откольные явления.

13. Природа низкотемпературной хрупкости. Вязко-хрупкий переход. Хладноломкость металлов и сплавов. Металлургические факторы охрупчивания. Влияние легирующих элементов на хрупкое разрушение. Порог хладноломкости. Модели и теории хладноломкости. Жидкометаллическое охрупчивание металлов (эффект Ребиндера). Низкотемпературные ($T < 10\text{K}$) аномалии механических свойств сплавов.

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)	Экзамен (час)
		Лекции	Практики		
Дефекты кристаллического строения. Дислокации в кристаллах	6	2		4	
Упрочнение металлов и сплавов. Природа высокопрочного	8	2	2	4	

состояния					
Механические свойства металлов и сплавов. Экспериментальные методы исследования пластической деформации и разрушения	18	4	6	8	
Методы исследования напряженно-деформированного состояния Разрушение твердых тел	16	4	4	8	
Ползучесть металлов и сплавов Релаксация упругих напряжений	8	2	2	4	
Усталость материалов. Природа динамического разрушения. Природа низкотемпературной хрупкости	16	4	4	8	
Экзамен	36				36
Итого	108	18	18	36	36

Практические занятия заключаются в посещении лабораторий ИФПМ СО РАН, где осуществляется знакомство с лабораторным оборудованием, студенты присутствуют при проведении экспериментов по механическим испытаниям материалов в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений.

9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю).

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит в проработке лекционного и дополнительного (по заданию преподавателя) материала, в ознакомлении с работами лабораторий ИФПМ СО РАН. Самостоятельная (аудиторная) работа студентов состоит в выполнении контрольных работ по материалам предыдущих занятий.

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена. Итоговый контроль предусматривает ответы на два вопроса из разных разделов теоретического материала.

Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их карты

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций выпускников образовательной программы:

ПК-1 – способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

ПК-9 – готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний;

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК-1 способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

профессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования 15.03.03 Прикладная механика, уровень ВО бакалавриата, тип образовательной программы (академический, прикладной) академический, вид профессиональной деятельности научно-исследовательская деятельность.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап (уровень) (ПК-1) – I	Знать: основные теоретические представления о природе конденсированного состояния, структуре дефектов кристаллического строения, их кинетике в силовых полях, природе взаимодействия дефектов и их вкладе в процессы пластической деформации и разрушения. 3 (ПК-1) – I	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания основных теоретических представлений о природе конденсированного состояния, структуре дефектов кристаллического строения, их кинетике в силовых полях, природе взаимодействия дефектов и их вкладе в процессы пластической деформации и разрушения	Общие, но не структурированные знания основных теоретических представлений о природе конденсированного состояния, структуре дефектов кристаллического строения, их кинетике в силовых полях, природе взаимодействия дефектов и их вкладе в процессы пластической деформации и разрушения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных теоретических представлений о природе конденсированного состояния, структуре дефектов кристаллического строения, их кинетике в силовых полях, природе взаимодействия дефектов и их вкладе в процессы пластической деформации и разрушения	Сформированные систематические знания основных теоретических представлений о природе конденсированного состояния, структуре дефектов кристаллического строения, их кинетике в силовых полях, природе взаимодействия дефектов и их вкладе в процессы пластической деформации и разрушения

Уровень освоения компетенций*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
	<p>Уметь:</p> <p>объяснять физические механизмы, контролирующие природу пластического течения и разрушения твердых тел в зависимости от их природы, различать различные механизмы пластической деформации и разрушения, проводить оценки основных характеристик деформируемых материалов (пределы прочности и текучести, коэффициенты деформационного упрочнения) на основе представлений о механизмах пластического течения. У (ПК-1) – I</p>	Отсутствие умений	<p>Частично освоенное умение объяснять физические механизмы, контролирующие природу пластического течения и разрушения твердых тел в зависимости от их природы, различать различные механизмы пластической деформации и разрушения, проводить оценки основных характеристик деформируемых материалов на основе представлений о механизмах пластического течения</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое и осуществляемое умение объяснять физические механизмы, контролирующие природу пластического течения и разрушения твердых тел в зависимости от их природы, различать различные механизмы пластической деформации и разрушения, проводить оценки основных характеристик деформируемых материалов на основе представлений о механизмах пластического течения</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы умение объяснять физические механизмы, контролирующие природу пластического течения и разрушения твердых тел в зависимости от их природы, различать различные механизмы пластической деформации и разрушения, проводить оценки основных характеристик деформируемых материалов на основе представлений о механизмах пластического течения</p>	<p>Сформированное умение объяснять физические механизмы, контролирующие природу пластического течения и разрушения твердых тел в зависимости от их природы, различать различные механизмы пластической деформации и разрушения, проводить оценки основных характеристик деформируемых материалов на основе представлений о механизмах пластического течения</p>

Уровень освоения компетенций*	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p>Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</p> <p>Владеть:</p> <p>основными научными представлениями о природе прочности и пластичности, сведениями и природе деформационного и примесного упрочнения металлов и сплавов, данными о природе разрушения твердых тел при различных условиях нагружения, в том числе экстремальных, методиками расчета основных механических свойств на основе физических моделей взаимодействия структурных дефектов. В (ПК-1) – I</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение основными научными представлениями о природе прочности и пластичности, сведениями и природе деформационного и примесного упрочнения металлов и сплавов, данными о природе разрушения твердых тел при различных условиях нагружения, в том числе экстремальных, методиками расчета основных механических свойств на основе физических моделей взаимодействия структурных дефектов	В целом успешно, но отдельные пробелы владения основными научными представлениями о природе прочности и пластичности, сведениями и природе деформационного и примесного упрочнения металлов и сплавов, данными о природе разрушения твердых тел при различных условиях нагружения, в том числе экстремальных, методиками расчета основных механических свойств на основе физических моделей взаимодействия структурных дефектов	В целом успешно, но отдельные пробелы владения основными научными представлениями о природе прочности и пластичности, сведениями и природе деформационного и примесного упрочнения металлов и сплавов, данными о природе разрушения твердых тел при различных условиях нагружения, в том числе экстремальных, методиками расчета основных механических свойств на основе физических моделей взаимодействия структурных дефектов	Успешное и систематическое владение основными научными представлениями о природе прочности и пластичности, сведениями и природе деформационного и примесного упрочнения металлов и сплавов, данными о природе разрушения твердых тел при различных условиях нагружения, в том числе экстремальных, методиками расчета основных механических свойств на основе физических моделей взаимодействия структурных дефектов

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК-9 готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

профессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования 15.03.03 Прикладная механика, уровень ВО бакалавриата, тип образовательной программы (академический, прикладной) академический, вид профессиональной деятельности научно-исследовательская деятельность.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап (уровень) (ПК-9) – I	Знать: основные положения теории упругости и теории пластичности, различные условных (индикаторных) и истинных напряжений и деформаций, основные виды деформационных кривых и влияние на них температуры и скорости нагружения, природу перехода от равномерной деформации к сосредоточенной (шейке) и разрушению в разных условиях испытаний. 3 (ПК-9) – I	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания основных положений теории упругости и теории пластичности, различий условных (индикаторных) и истинных напряжений и деформаций, основных видов деформационных кривых и влияние на них температуры и скорости нагружения, природу перехода от равномерной деформации к сосредоточенной (шейке) и разрушению в разных условиях испытаний	Общие, но не структурированные знания основных положений теории упругости и теории пластичности, различий условных (индикаторных) и истинных напряжений и деформаций, основных видов деформационных кривых и влияние на них температуры и скорости нагружения, природу перехода от равномерной деформации к сосредоточенной (шейке) и разрушению в разных условиях испытаний	Сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания основных положений теории упругости и теории пластичности, различий условных (индикаторных) и истинных напряжений и деформаций, основных видов деформационных кривых и влияние на них температуры и скорости нагружения, природу перехода от равномерной деформации к сосредоточенной (шейке) и разрушению в разных условиях испытаний	Сформированные систематические знания основных положений теории упругости и теории пластичности, различий условных (индикаторных) и истинных напряжений и деформаций, основных видов деформационных кривых и влияние на них температуры и скорости нагружения, природу перехода от равномерной деформации к сосредоточенной (шейке) и разрушению в разных условиях испытаний

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
	<p>Уметь:</p> <p>проводить механические испытания в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений, получать и интерпретировать результаты механических испытаний, обрабатывать кривые пластического течения для оценки механических свойств материалов, проводить статистическую обработку экспериментальных данных о прочности материаловУ (ПК-9) – I</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проводить механические испытания в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений, получать и интерпретировать результаты механических испытаний, обрабатывать кривые пластического течения для оценки механических свойств материалов, проводить статистическую обработку экспериментальных данных о прочности материалов	В целом успешно, но не систематически осущестляе мое умение проводить механически е испытания в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений, получать и интерпретировать результаты механических испытаний, обрабатывать кривые пластического течения для оценки механических свойств материалов и т.д.	В целом успешное, но отдельные проблемы умение проводить механические испытания в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений, получать и интерпретировать результаты механических испытаний, обрабатывать кривые пластического течения для оценки механических свойств материалов и т.д.	Сформированное умение проводить механические испытания в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений, получать и интерпретировать результаты механических испытаний, обрабатывать кривые пластического течения для оценки механических свойств материалов и т.д.

Уровень освоения компетенций*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)		Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5		
	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение современной литературой по вопросам и пластичности материалов, методами подготовки образцов для анализа и методами механических испытаний, информацией о современной аппаратуре для механических испытаний, методиками обработки деформационных кривых, в том числе и в автоматическом режиме, методами получения активационных характеристик процессов, контролирующего пластического течения и разрушение	В целом успешно, но не систематическое владение современной литературой по вопросам и пластичности материалов, методами подготовки образцов для анализа и методами механических испытаний, информацией о современной аппаратуре для механических испытаний, методиками обработки деформационных кривых, в том числе и в автоматическом режиме, и т.д.	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы владения современной литературой по вопросам пластичности материалов, методами подготовки образцов для анализа и методами механических испытаний, информацией о современной аппаратуре для механических испытаний, методиками обработки деформационных кривых, в том числе и в автоматическом режиме, и т.д.	Успешное и систематическое владение современной литературой по вопросам пластичности материалов, методами подготовки образцов для анализа и методами механических испытаний, информацией о современной аппаратуре для механических испытаний, методиками обработки деформационных кривых, в том числе и в автоматическом режиме, и т.д.		

- Материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Шифр и наименование компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства
<p>ПК-1, I уровень</p> <p>способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p>	<p>- знать основные теоретические представления о природе конденсированного состояния, структуре дефектов кристаллического строения, их кинетике в силовых полях, природе взаимодействия дефектов и их вкладе в процессы пластической деформации и разрушения.</p> <p>- уметь объяснять физические механизмы, контролирующие природу пластического течения и разрушения твердых тел в зависимости от их природы, различать различные механизмы пластической деформации и разрушения, проводить оценки основных характеристик деформируемых материалов (пределы прочности и текучести, коэффициенты деформационного упрочнения) на основе представлений о механизмах пластического течения.</p> <p>- владеть основными научными представлениями о природе прочности и пластичности, сведениями и природе деформационного и примесного упрочнения металлов и сплавов, данными о природе разрушения твердых тел при различных условиях нагружения, в том числе экстремальных, методиками расчета основных механических свойств на основе физических моделей взаимодействия структурных дефектов.</p>	<p>Контрольные работы, экзамен</p>

<p>ПК-9, I уровень готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний</p>	<p>- знать основные положения теории упругости и теории пластичности, различие условных (индикаторных) и истинных напряжений и деформаций, основные виды деформационных кривых и влияние на них температуры и скорости нагружения, природу перехода от равномерной деформации к сосредоточенной (шейке) и разрушению в разных условиях испытаний.</p> <p>- уметь проводить механические испытания в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений, получать и интерпретировать результаты механических испытаний, обрабатывать кривые пластического течения для оценки механических свойств материалов, проводить статистическую обработку экспериментальных данных о прочности материалов.</p> <p>- владеть современной литературой по вопросам прочности и пластичности материалов, методами подготовки образцов для анализа и методами механических испытаний, информацией о современной аппаратуре для механических испытаний, методиками обработки деформационных кривых, в том числе и в автоматическом режиме, методами получения активационных характеристик процессов, контролирующих пластическое течение и разрушение</p>	<p>Контрольные работы, отчет по практическим занятиям, экзамен</p>
---	--	--

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения.

Фонд оценочных средств дисциплины представлен в Приложении 1 к Фондам оценочных средств основной образовательной программы.

11. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы.

а) основная литература:

1. Физические основы прочности материалов : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 151600 "Прикладная механика" и 223200 "Техническая физика"] /Л. Б. Зуев, В. И. Данилов ; отв. ред. Б. Д. Аннин ; [Ин-т физики прочности и материаловед. СО РАН, Нац. исслед. Том. политехн. ун-т].– Долгопрудный : Интеллект , 2013.–373 с.

2. Экспериментальная механика композитов: учебное пособие / А. Н. Полилов. — 2-е изд. — Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 375с (<http://baumanpress.ru/books/545/545.pdf>).

3. Сапунов, С.В. Материаловедение. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56171>

4 Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение». [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, С.А. Вологжанина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/47615>

б) дополнительная литература:

1. Физика прочности и экспериментальная механика : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки магистров "Прикладная механика", "Техническая физика"] /Л. Б. Зуев, С. А. Баранникова ; отв. ред. В. М. Финкель ; Нац. исслед. Томский гос. ун-т, Ин-т физики прочности и материаловедения СО РАН.— Новосибирск : Наука , 2011.—348 с.

2. Критерии прочности и разрушения : методы обработки диаграмм статического деформирования ГЦК, ОЦК и ГПУ металлов : учебное пособие : [для студентов и магистрантов по направлениям подготовки высшего профессионального образования 140400 - "Техническая физика", 150300 - "Прикладная механика" и соответствующих им специальностей 150301 - "Динамика и прочность машин" и 150502 - "Конструирование и производство изделий из композиционных материалов"] /С. А. Баранникова ; Том. гос. ун-т.— Томск : Издательство Томского государственного университета , 2011.—51 с.

2. Андриевский, Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2012. — 186 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3133>

3. Кузнецова Е.В. Экспериментальная механика. Учебно-методическое пособие/ Е.В.Кузнецова.—Пермь, 2009.—43 с.

(http://pstu.ru/files/file/adm/fakultety/kuznecova_e_v_eksperimentalnaya_mehanika_pogreshnosti_2c_tenzom_optiko_polyar.pdf)

4. Экспериментальная механика / Б В. Букеткин и др. —М.: Изд.-во МГТУ им. Баумана, 2004. —136 с.(rk5-lab.bmstu.ru/files/doc/lib/exp-mech-mgtu-normal.pdf)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

1 SpringerLink [Electronic resource] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Electronic data. – Cham, Switzerland, [s. n.]. – URL: <http://link.springer.com/> (Электронный ресурс SpringerLink: <http://link.springer.com/> ;).

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: [http://elibrary.ru/defaultx.asp?](http://elibrary.ru/defaultx.asp?;);

3. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>

4. Электронная библиотека ТГУ: <http://www.lib.tsu.ru/ru>;

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости).

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office: PowerPoint, Word; базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

.Описание материально-технической базы.

Для проведения лекционных занятий требуются учебные аудитории, обеспеченные мультимедийными средствами для демонстрации презентаций. Для проведения

практических занятий необходимо лабораторное оборудование центра коллективного пользования Томского государственного университета и Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН.

12. Язык преподавания.

Русский

13. Преподаватель (преподаватели).

Автор

_____ д.ф.-м.н., профессор Зуев Лев Борисович

Рецензент:

_____ д.ф.-м.н., профессор Кульков Сергей Николаевич

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (Приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. N 220 по направлению подготовки 15.03.03— Прикладная механика.

Программа одобрена на совместном заседании методической комиссии физико-технического факультета от «13» июня 2016 года, протокол № 10.

Программа утверждена ученым советом физико-технического факультета 01 июля 2016 г. протокол № 46.

Лист актуализации

Рабочей программы дисциплины Физика прочности и экспериментальная механика
ООП Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг
(магистерской программы
Направление 15.04.03 — Прикладная механика

Раздел (подраздел), в который вносятся изменения	Основания для изменений	Краткая характеристика вносимых изменений	Дата и номер протокола заседания учебно-
Ползучесть металлов и сплавов. Релаксация упругих напряжений	Переработано содержание раздела	Внесены изменения в раздел	18 апреля 2019 Протокол N8

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП
профессор, д.ф.-м.н.

_____ В.А. Скрипняк

"15" апреля 2019 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Направление подготовки
15.03.03 — Прикладная механика

Наименование магистерской программы
«Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Томск–2019

Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина:

ПК-1 – способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

ПК-9 – готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний;

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, применяются следующие контрольные задания и иные материалы:

- контрольные работы;
- отчет по практическим занятиям;
- экзамен.

Текущий контроль проводится посредством проведения контрольных работ по материалам предыдущих занятий. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена. Итоговый контроль предусматривает ответы на два вопроса из разных разделов теоретического материала.

Практические занятия заключаются в посещении лабораторий ИФПМ СО РАН, где осуществляется знакомство с лабораторным оборудованием, студенты присутствуют при проведении экспериментов по механическим испытаниям материалов в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений.

Шифр и наименование компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1, I уровень способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	<ul style="list-style-type: none"> - знать основные теоретические представления о природе конденсированного состояния, структуре дефектов кристаллического строения, их кинетике в силовых полях, природе взаимодействия дефектов и их вкладе в процессы пластической деформации и разрушения. - уметь объяснять физические механизмы, контролирующие природу пластического течения и разрушения твердых тел в зависимости от их природы, различать различные механизмы пластической деформации и разрушения, проводить оценки основных характеристик деформируемых материалов (пределы прочности и текучести, коэффициенты деформационного упрочнения) на основе представлений о механизмах пластического течения. - владеть основными научными представлениями о природе прочности и пластичности, сведениями и природе деформационного и примесного упрочнения металлов и сплавов, данными о природе разрушения твердых тел при 	Контрольные работы, экзамен

	различных условиях нагружения, в том числе экстремальных, методиками расчета основных механических свойств на основе физических моделей взаимодействия структурных дефектов.	
ПК-9, I уровень готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний	<p>- знать основные положения теории упругости и теории пластичности, различие условных (индикаторных) и истинных напряжений и деформаций, основные виды деформационных кривых и влияние на них температуры и скорости нагружения, природу перехода от равномерной деформации к сосредоточенной (шейке) и разрушению в разных условиях испытаний.</p> <p>- уметь проводить механические испытания в условиях активного нагружения, ползучести, повторно-переменного нагружения (усталости) и релаксации напряжений, получать и интерпретировать результаты механических испытаний, обрабатывать кривые пластического течения для оценки механических свойств материалов, проводить статистическую обработку экспериментальных данных о прочности материалов.</p> <p>- владеть современной литературой по вопросам прочности и пластичности материалов, методами подготовки образцов для анализа и методами механических испытаний, информацией о современной аппаратуре для механических испытаний, методиками обработки деформационных кривых, в том числе и в автоматическом режиме, методами получения активационных характеристик процессов, контролирующих пластическое течение и разрушение</p>	Контрольные работы, отчет по практическим занятиям, экзамен

Задания по практическим занятиям предусматривают обработку деформационных кривых материалов, оценку механических свойств материалов на основе данных механических

испытаний образцов, проведение статистической обработки экспериментальных данных о прочности материалов.

Примеры контрольных работ

Контрольная работа №1

Вариант 1.

1. Типы связи в твердых телах
2. Дефекты кристаллической структуры

Вариант 2.

1. Диффузия в металлах
2. Типы дислокаций в кристаллах

Контрольная работа №2

Вариант 1.

1. Теоретическая прочность кристаллов
2. Динамика дислокаций
3. Взаимодействие дислокаций

Вариант 2.

1. Прочность поликристаллов
2. Стадийность кривых пластического течения
3. Деформационное упрочнение

Контрольная работа №3

Вариант 1.

1. Типы разрушения металлов и сплавов
2. Природа примесного упрочнения
3. Определение показателей прочности

Вариант 2.

1. Вязкое разрушение металлов
2. Измерение коэффициента деформационного упрочнения
3. Композитные материалы

Контрольная работа №4

Вариант 1.

1. Хрупкое разрушение
2. Поверхностное упрочнение материалов
3. Исследование высокоскоростного соударения твердых тел

Вариант 2.

1. Ползучесть металлов
2. Влияние среды на прочность и пластичность материалов
3. Прочность нитевидных кристаллов

Образцы экзаменационных билетов

Билет №1

1. Природа разрушения при усталости
2. Диагностика разрушения

Билет №2

1. Релаксация упругих напряжений
2. Хладноломкость металлов и сплавов

Билет №3

1. Жидкометаллическое охрупчивание

2. Диффузионная ползучесть

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

Максимальное количество баллов за выполнение всех видов работ в течение семестра в ходе текущего контроля, на экзамене – 100 баллов.

Критерии итоговой оценки результатов обучения:

- текущий контроль – 48 баллов;
- защита отчета по практике, экзамен – 64 балла;

Критерии оценки качества ответов контрольной работы, при защите отчетов по практике, на экзамене:

- 12 баллов – содержание вопросов полностью раскрыто, ответы не содержат ошибочных элементов и утверждений.
- От 9 до 12 баллов – в ответах упущены отдельные принципиальные элементы или допущены принципиальные ошибки и неточности.
- От 6 до 9 баллов – в ответах не раскрыто несколько принципиально важных элементов вопросов.
- От 3 до 6 баллов – в ответе допущено несколько принципиальных ошибок.
- От 0 до 3 баллов – нет ответа на вопрос или содержание ответа не имеет отношения к поставленному вопросу.

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
0 – 59 баллов	60 – 73 баллов	74 – 87 баллов	88 – 100 баллов

Лист актуализации

ФОС по дисциплине Физика прочности и экспериментальная механика
ООП Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг
(магистерской программы)
Направление 15.04.03 — Прикладная механика

Раздел (подраздел), в который вносятся изменения	Основания для изменений	Краткая характеристика вносимых изменений	Дата и номер протокола заседания учебно-методической комиссии
Ползучесть металлов и сплавов. Релаксация упругих напряжений	Переработано содержание раздела	Внесены изменения в раздел	18 апреля 2019 Протокол N8