

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 22 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Экспериментальная механика деформируемого твердого тела
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 216 (6)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы
(код и наименование направления)

Направленность: Наноматериалы (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины — изучение основных принципов и методов экспериментального определения механических характеристик конструкционных материалов, принципов работы и использования испытательных систем, средств измерений и диагностического оборудования, методик проведения механических испытаний при различных видах напряженнодеформированного состояния.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение теоретических основ экспериментальной механики, включая элементы теории напряженно-деформированного состояния и модели механического поведения упругих, пластических и вязкоупругих материалов;
- изучение устройства и принципов действия современных электромеханических и сервогидравлических систем для испытания материалов, оборудования для термомеханических воздействий, средств контроля нагрузок и перемещений, анализа полей деформаций, программных средств управления, сбора и обработки данных;
- формирование умений и навыков использования современных электромеханических и сервогидравлических систем для испытания материалов, оборудования для термомеханических воздействий, средств контроля нагрузок и перемещений, анализа полей деформаций, программных средств управления, сбора и обработки данных.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- модели механического поведения материалов;
- методики экспериментального определения механических свойств, исследования закономерностей процессов деформирования и разрушения материалов и элементов конструкций;
- современные системы для испытания материалов (электромеханические, сервогидравлические, электродинамические испытательные системы);
- средства контроля нагрузок и перемещений (датчики нагрузок и перемещений, экстензометры), оптические системы анализа полей деформаций.

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знать: - основные методы и средства экспериментальных исследований механических характеристик конструкционных материалов; - современное испытательное и измерительное оборудование и стандартные методы испытаний.	Знает особенности проведения расчётов конструкций и расчетно-экспериментального изучения закономерностей накопления повреждений современных материалов и наноматериалов;	Коллоквиум
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Уметь: - выбирать оптимальные методы экспериментальных исследований определения механических характеристик конструкционных материалов; - проводить обработку экспериментальных данных, строить диаграммы нагружений и деформирования.	Умеет осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, выбирать методы и средства проведения исследований и разработок, осуществлять планирование эксперимента оценивать и интерпретировать полученные знания, расширять их и приобретать новые знания путем проведения физико-химических процессов и материалов;	Защита лабораторной работы
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеть навыками: - подготовки образцов и проведения экспериментальных исследований свойств материалов; - обработки экспериментальных данных и анализа результатов.	Владеет навыками анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, методами анализа напряженно-деформированных состояний, техникой контроля основных свойств наноматериалов и определения параметров дефектов	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	74	74	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	36	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	106	106	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

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
7-й семестр				
Основные понятия и исходные положения. Основы экспериментальной механики.	8	8	0	30
Предмет и задачи курса «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела». История развития методов экспериментальной механики деформируемых твердых тел. Параметры напряженно-деформированного состояния. Модели механического поведения материалов: модели упругого поведения материалов, модели пластического деформирования материалов, модели вязкоупругого деформирования материалов. Основные механические характеристики материалов и методы их определения.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Современные системы для испытания материалов	12	10	0	30
Общая характеристика современных испытательных комплексов. Основные виды управляемого воздействия на образец: растяжение-сжатие, кручение, сложное нагружение (растяжение-сжатие и кручение), двухосевое растяжение-сжатие, сложное напряженное состояние (растяжение и кручение трубчатых образцов с внутренним давлением), воздействие низких и высоких температур, агрессивных сред и иных физико-химических факторов. Принцип действия и устройство электромеханических испытательных систем. Испытания на растяжение, сжатие, трехточечный и четырехточечный изгиб, сдвиг, срез. Принцип действия и устройство сервогидравлических испытательных систем. Испытания на малоцикловую усталость, многоцикловую усталость и циклическую трещиностойкость. Принцип действия и устройство электродинамических испытательных систем. Принцип действия и устройство специального оборудования для термомеханического нагружения. Климатические камеры, муфельные печи, сосуд Дьюара.				
Средства контроля нагрузок и перемещений, анализа полей деформаций.	12	18	0	30
Принцип действия и основные виды датчиков регистрации усилий и перемещений, экстензометров, видеоэкстензометров. Оптический метод анализа полей деформаций. Состав и принцип работы цифровой оптической системы. Метод корреляции цифровых изображений.				
Основные стандартные методы квазистатических испытаний конструкционных материалов	4	0	0	16
Перечень ГОСТов, ОСТов, РД и т.д. по квазистатическим испытаниям конструкционных материалов (металлов и сплавов, полимеров, армированных пластиков).				
ИТОГО по 7-му семестру	36	36	0	106
ИТОГО по дисциплине	36	36	0	106

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Одноосное растяжение-сжатие. Построение диаграмм деформирования. Закон Гука при одноосном напряженном состоянии. Модуль Юнга, коэффициент Пуассона.
2	Динамические испытания на малоцикловую усталость, многоцикловую усталость и циклическую трещиностойкость.
3	Испытания материалов при термомеханических воздействиях с использованием нагревательных элементов и холодильного агрегата.
4	Основные принципы метода корреляции цифровых изображений. Анализ поля деформаций в области концентрации напряжений.
5	Испытания конструкционных материалов с применением системы инфракрасного термосканирования.
6	Оценка живучести полимерных слоистых композиций в опытах на сжатие после удара падающим грузом.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

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

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 лабораторным работам.
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
1. Основная литература		
1	Горшков А. Г., Трошин В. Н., Шалашин В. И. Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. Москва : Физматлит, 2002. 543 с.	30
2	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / Вильдеман В. Э., Бабушкин А. В., Третьяков М. П., Ильиных А. В., Третьякова Т.В., Ипатова А. В., Словиков С. В., Лобанов Д. С. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. 164 с. 10,5 усл. печ. л.	36
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Лабораторный практикум по сопротивлению материалов : учебное пособие для вузов / Вольмир А. С., Григорьев Ю. П., Марьин В. А., Станкевич А. И. Москва : Изд-во МАИ, 1997. 352 с.	2
2	Тарнопольский Ю. М., Кинцис Т. Я. Методы статических испытаний армированных пластиков. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Химия, 1981. 271 с.	2
3	Экспериментальная механика / Букеткин Б. В., Горбатовский А. А., Кисенко И. Д., Котов А. И. Москва : Изд-во МГТУ, 2004. 135 с.	5
4	Экспериментальная механика. Кн. 1 / Атлури С., Кобаяси А., Дэлли Д., Райли У. Москва : Мир, 1990. 615 с.	2
5	Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях : коллективная монография / Вильдеман В. Э., Третьяков М. П., Третьякова Т. В., Бульбович Р. В. Москва : Физматлит, 2012. 203 с. 12,75 усл. печ. л.	2
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / В. Э. Вильдеман [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3324	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Полилов А. Н. Экспериментальная механика компози-тов / Полилов А. Н. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2016.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK106376	локальная сеть; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Инфракрасная тепловизионная система FLIR SC7700M	1
Лабораторная работа	Система AMSY-6 многоканальное оборудование для измерения акустической эмиссии	1
Лабораторная работа	Универсальная электромеханическая система Instron 5882 (100кН)	1
Лабораторная работа	Универсальная электромеханическая система Instron 5965 (5кН)	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Универсальная электромеханическая система Instron 5989 (600кН)	1
Лабораторная работа	Цифровая оптическая система для анализа полей деформаций Vic-3D	1
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

(фонд оценочных средств)

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Экспериментальная механика композитов»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль) образовательной программы:	Экспериментальная механика
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Экспериментальная механика и конструкционное материаловедение
Форма обучения:	Очная
Форма промежуточной аттестации:	Дифференцированный зачет

Пермь 2023

Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина «**Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов**» участвует в формировании 2-х компетенций обучающихся:

1. Способность самостоятельно развивать базовые знания теоретических и прикладных наук при моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов профессиональной деятельности (ОПК-3);
- 2.Способность использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением (ПК-4).

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках промежуточного и рубежного контроля и промежуточной аттестации при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Контролируемые результаты обучения по дисциплине «Физика прочности и механические испытания металлов»

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР	ЛР	Экзамен
Усвоенные знания				
3.1 Знать методики экспериментальных исследований механики композиционных материалов, испытательные системы, приспособления по испытаниям композиционных материалов.	ОПЗ 1, 2, 3	ОЛР 1, 3		ТВ
3.2 Знать: - содержание и смысловую наполненность основных отечественных стандартов (ГОСТ, ОСТ и т.п.), методик испытаний композиционных материалов на определение механических характеристик; - испытательные системы, приспособления и т.п., при реализации отечественных стандартных методик механических испытаний КМ; - особенности и общие принципы формирования системы зарубежных стандартов по испытаниям композитов на примере ASTM (American Society for Testing and Materials – американское общество по испытанию материалов.); - содержание основных стандартов ASTM по испытаниям композиционных материалов на определение механических характеристик; - испытательные системы, приспособления и т.п., при реализации зарубежных стандартных методик механических испытаний КМ	ОПЗ 4, 5, 6	ОЛР 2, 4, 5		ТВ
Освоенные умения				
У.1 Уметь определять: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, относительное сужение при разрыве; уметь оформлять чертежи с помощью программных пакетов.	ОПЗ 1, 2, 3,	ОЛР 1, 3	КМ1	ПЗ
У.2 Уметь: - применять методики оценки механических характеристик перекрестно-армированных пластиков при трехточечном изгибе на разных базах, характеристик усталости порошковых композитов в условиях «основных» видов нагружения (консольный изгиб, кручение) и при сложном напряженном состоянии (изгиб и кручение, растяжение-сжатие и кручение одновременно); - определять механические характеристики из испытаний на растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг.	ОПЗ 4, 5, 6	ОЛР 2, 4, 5	КМ2	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 Владеть: - навыками анализа напряженно-деформированных состояний, - навыками проведения испытаний на растяжение, сжатие, кручение, сдвиг и изгиб; - навыками проведения испытаний по нестандартной методике			КМ1	КЗ
В.2 Владеть навыками проведения испытания на растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг по ГОСТ и ASTM.			КМ2	КЗ

КМ – коллоквиум по модулю;

ОЛР – отчет по лабораторной работе;

ОПЗ – отчет по практическому занятию

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов промежуточного и рубежного контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1. Текущий и промежуточный контроль

Текущий и промежуточный контроль для оценивания компонента знаний дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчета по практическому занятию и отчета по лабораторной работе. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.1.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 5 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД. Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки защиты лабораторной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в лабораторной работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

2.1.2. Защита отчета по практическому занятию

Всего запланировано 6 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД. Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки защиты отчета по практическому занятию

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью и правильно выполнил практическое задание, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. Студент может полностью объяснить полученные результаты.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание с некоторыми недочетами. Качество оформления отчета по практическому занятию не полностью соответствует требованиям. Студент может полностью объяснить полученные результаты.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент представил не полный отчет по практическому занятию. Качество оформления отчета по практическому занятию не полностью соответствует требованиям. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил практическое задание.</i>

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме коллоквиума по модулю после изучения каждого модуля учебной дисциплины.

Согласно РПД запланировано 2 рубежных коллоквиума по модулю после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первый КМ 1 по модулю 1 «Упругость и пластичность металлов. Механизмы упрочнения. Теория и практика механических испытаний», второй КМ 2 – по модулю 2 «Разрушение металлов и сплавов».

Типовые задания КМ 1:

1. Механизмы пластической деформации.
2. Испытания на растяжение. Характеристики прочности и пластичности.

Типовые задания КМ 2:

1. Усталость металлов: общие понятия и определения. Виды усталости.
2. Определение критической температуры хрупкости.

Шкала и критерии оценки результатов рубежного коллоквиума по модулю приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Шкала и критерии оценки результатов рубежного коллоквиума по модулю

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью ответил на два теоретических вопроса и показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на один из двух теоретических вопросов с неточностями, показал хорошие знания и умения.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил только на один теоретический вопрос из двух или в каждом вопросе допустил существенные</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
		<i>неточности.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не ответил ни на один из поставленных теоретических вопросов, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений.</i>

Результаты рубежных коллоквиумов по модулю по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам промежуточного и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и отчетов по практическим занятиям и положительная интегральная оценка по результатам промежуточного и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровнем сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций. Форма билета представлена в приложении 1.

2.3.1. Типовые контрольные задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Напряженное и деформированное состояние.
2. Упругость и неупругость металлов.
3. Механизмы упрочнения металлов и сплавов.
4. Разрушение металлов при циклическом нагружении.
5. Конструкционная прочность металлов и сплавов.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Провести количественную оценку вклада различных механизмов упрочнения в предел текучести стали.
2. Рассчитать характеристики трещиностойкости.
3. Рассчитать характеристики сопротивления ползучести и длительной прочности.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Построить и провести анализ диаграммы конструкционной прочности по представленным данным.
2. Определить вид разрушения на одной из частей разрушенного коленчатого вала. Перечислить возможные причины разрушения.
3. Провести качественный и количественный анализ диаграммы растяжения.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения при экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале

оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкала и критерии оценки результатов обучения при экзамене для компонентов *знать*, *уметь* и *владеть* приведены в таблицах 2.4, 2.5 и 2.6.

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.6. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов промежуточного и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

3.2. Оценочный лист

Оценочный лист промежуточной аттестации в виде экзамена является инструментом для оценивания преподавателем уровня освоения компонентов контролируемых дисциплинарных компетенций путём агрегирования оценок, полученных студентом за ответы на вопросы билета, и результатов *текущей успеваемости* студента. Заполняя все позиции оценочного листа, преподаватель выставляет частные оценки по результатам текущей успеваемости студента, а также по ответам на вопросы и задания билета.

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам промежуточного и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.
2. Три оценки за ответы на вопросы и задания билета по 4-х балльной шкале оценивания.

3. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.
4. Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций. Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности дисциплинарных компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Интегральный результат промежуточного и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за экзамен			Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций	Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций
	знания	умения	владения		
5*	5	4	5	4.75	<i>отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

*) - пример заполнения оценочного листа

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» – средняя оценка $> 4,5$.

«Хорошо» – средняя оценка $> 3,7$ и $\leq 4,5$.

«Удовлетворительно» – средняя оценка $\geq 3,0$ и $\leq 3,7$ при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка $< 3,0$ или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.