

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

« 02 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Конструкционные материалы и наноматериалы
(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 особенностей структуры, технологических алгоритмов и областей применения конструкционных материалов и наноматериалов, формирование умений и навыков определения механических характеристик материалов и наноматериалов.

В процессе изучения данной дисциплины студент углубляет и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции подготовки:

ОПК-5: способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства, и технологии;

ОПК-6: способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил.

Задачи дисциплины:

- изучение особенностей структурного состояния нанокристаллических и наноструктурных материалов;
- изучение понятия конструкционной прочности;
- изучение основных принципов структурного упрочнения материалов;
- изучение методов получения наноструктур и наноматериалов;
- формирование умений классифицировать наноразмерные структуры по топологии;
- формирование умений определять основные механические характеристики материалов и наноматериалов;
- формирование умений определять основные механические характеристики конструкционной прочности материалов и наноматериалов.
- формирование навыков оценки влияния концентрации деформаций на прочность материалов и наноматериалов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- особенности структурного состояния и топологии наноматериалов;
- основные механические характеристики и конструкционная прочность материалов и наноматериалов;
- конструкционные материалы и наноматериалы.

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
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знать: – области применения конструкционных наноматериалов в технике; – основные особенности взаимодействия наноматериалов и наносистем с окружающей средой.	Знает перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при синтезе и исследовании наноматериалов;	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Уметь: – определять основные механические характеристики конструкционной прочности наноматериалов.	Умеет оценивать по критериям технологию синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности и эффективности	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеть: – навыками оценки влияния концентрации деформаций на прочность наноматериалов.	Владеет навыками обеспечения безопасного и эффективного производства при исследовании наноматериалов	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-6	ИД-1ОПК-6	Знать: – особенности структурного состояния нанокристаллических и наноструктурных материалов; – особенности механических и термодинамических свойств наноструктур.	Знает техническую и справочную литературу, нормативные документы в профессиональной деятельности.	Зачет
ОПК-6	ИД-2ОПК-6	Уметь: – классифицировать наноразмерные структуры по топологии.	Умеет выполнять исследовательскую работу в области технологии и методов диагностики наноматериалов.	Отчёт по практическом у занятию
ОПК-6	ИД-3ОПК-6	Владеть: – основными приемами разработки технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.	Владеет навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями.	Отчёт по практическом у занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	5
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	100	34	66
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	48	16	32
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	48	16	32
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	116	38	78
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	72	144

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	
4-й семестр				
Введение и особенности структурного состояния нанокристаллических и наноструктурных материалов.	6	0	0	16
Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Общие сведения о наноразмерных структурах. Классификация наноразмерных структур по топологии.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основные понятия физической прочности, конструкционная прочность	10	0	16	22
Теоретическая прочность твердого тела. Модели твердого тела. Диаграмма деформирования и основные механические характеристики материалов. Упругая и пластическая деформация. Закон Гука. Виды механических испытаний. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Жесткость, прочность, надежность и долговечность материалов. Усталость. Многоцикловая и малоцикловая усталость. Периодичность и стадийность процессов циклической деформации. Понятие концентрации напряжений, примеры и методы оценки влияния концентрации на прочность. Пути повышения конструкционной прочности материалов				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	16	38
5-й семестр				
Методы получения наноструктур и наноматериалов. Нанотехнологии.	20	0	18	40
Получение нанопорошков методом диспергирования и распылением расплава. Получение наночастиц методами, основанными на химических технологиях. Углеродные наночастицы. Фуллерены, фуллериты, углеродные нанотрубки и графен. Наноматериалы и нанокompозиты. Нанокompозитные покрытия. Специальные конструкционные наноматериалы.				
Применение конструкционных наноматериалов в технике.	12	0	14	38
Области применения микро- и наноразмерных структур, созданных с помощью сфокусированных пучков заряженных частиц. Потенциальные возможности применения углеродных нанотрубок. Био-нанотехнологии, искусственные материалы и наночистота как новый способ очистки питьевой воды. Радиационноустойчивые материалы. Вязкие керамики. «Умные» материалы. Многофункциональные материалы. Градиентные, гибридные и метаматериалы. Новые принципы создания перспективных материалов.				
ИТОГО по 5-му семестру	32	0	32	78
ИТОГО по дисциплине	48	0	48	116

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
--------	--

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет параметров по диаграмме деформирования. Определение модуля упругости (модуля Юнга).
2	Расчет параметров по диаграмме деформирования. Определение предела текучести и условного предела текучести.
3	Расчет параметров по диаграмме деформирования. Определение пределов упругости и пропорциональности.
4	Расчет параметров по диаграмме деформирования. Определение предела прочности.
5	Расчет параметров по диаграмме деформирования. Определение параметров закритического деформирования (обратный модуль, напряжение разрушения).
6	Расчет основных характеристик конструкционной прочности. Определение степени концентрации напряжений на стандартных примерах.
7	Расчет основных характеристик конструкционной прочности. Расчет прочности соединения с учетом ослабления сечения .
8	Расчет основных характеристик конструкционной прочности. Учёт конструктивных особенностей при циклическом нагружении.
9	Определение зависимости общей доли поверхностей раздела, долей межзеренных границ, а также тройных стыков от размеров кристаллов.
10	Выявление термодинамических особенностей наноструктур.
11	Расчет электросопротивления наноматериалов.
12	Оценка ферромагнетизма и коэрцитивной силы при переходе к нанометровым размерам. Суперпарамагнетизм.
13	Параметры тетраэдра Томпсона. Плоскости скольжения дислокаций. Расчет энергии дефекта по параметрам расщепления дислокаций.
14	Прогнозирование прочности и жесткости металла в зависимости от размеров зерна.
15	Исследование нанопористых материалов и определение их характеристик.
16	Выявление отличий и особенностей аморфного и стеклообразного состояния твердого тела. Ближний и дальний порядок в твердом теле.
17	Исследование углеродных наноструктур. Металлические и полимерные нанокомпозиты.
18	Нанокомпозитные покрытия (пленки) и их применение. Технологические и структурные особенности нанокристаллических покрытий. Оценка свойств и характеристик материалов с нанокомпозитным покрытием.

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.

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

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

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Анциферова И. В. Наночастицы и наноматериалы с огромным потенциалом и возможными рисками : учебное пособие / И. В. Анциферова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	10
2	Жученков А. П. Соппротивление материалов : конспект лекций : учебное пособие для вузов / А. П. Жученков, М. Л. Зинштейн, А. М. Ханов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	50
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Анциферов В. Н. Нанотехнологии и наноматериалы, риски : монография / В. Н. Анциферов, И. В. Анциферова. - Екатеринбург: УрО РАН, 2014.	5

2	Елисеев А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. - Москва: Физматлит, 2010.	1
3	Наноструктурные покрытия и наноматериалы. Основы получения. Свойства. Области применения. Особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии / Н. А. Азаренков [и др.]. - Москва: Либроком, 2013.	1
4	Нанотехнологии в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Полянчиков [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2012.	3
5	Рогов В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. - Москва: Юрайт, 2016.	3
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)
Основная литература	Анциферова И. В. Наночастицы и наноматериалы с огромным потенциалом и возможными рисками : учебное пособие / И. В. Анциферова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3350	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Жученков А. П. Сопротивление материалов : конспект лекций : учебное пособие для вузов / А. П. Жученков, М. Л. Зинштейн, А. М. Ханов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3688	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

Вид ПО	Наименование ПО
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 Web of Science	http://www.webofscience.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/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Ноутбук	1
Практическое занятие	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
«Конструкционные материалы и наноматериалы»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	28.03.03 Наноматериалы
Направленность (профиль) образовательной программы:	Информационные технологии механики и наноматериаловедения
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Экспериментальная механика и конструкционное материаловедение

Форма обучения: Очная

Форма промежуточной аттестации:	Экзамен, зачёт
--	----------------

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины **«Конструкционные материалы и наноматериалы»** и 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 Б1.Б.15 «Конструкционные материалы и наноматериалы» участвует в формировании 2-х компетенций: ПК-2, ПСК-2. В рамках учебного плана образовательной программы в 4-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

- 1. ПК-2.Б1.Б.15.** Способность использовать на практике современные представления наук о влиянии размера на свойства веществ и материалов, общие представления о конструкционных наноматериалах и нанотехнологиях.
- 2. ПСК-2.Б1.Б.15.** способность применять на практике знания об основных особенностях наноматериалов и нанотехнологий, законах конструкционной прочности и механики структурно неоднородного материала при проектировании конструкций и оценке конструкционной прочности.

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнения индивидуального задания и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный		Итоговый	
	ТК	КР	ПЗ	Экзамен	Зачёт
Усвоенные знания					
- особенности структурного состояния нанокристаллических и наноструктурных материалов;	+	+		+	
- основные особенности взаимодействия наноматериалов и наносистем с окружающей средой;	+	+		+	
- понятия конструкционной прочности;	+	+		+	
- основные принципы структурного упрочнения материалов;	+	+		+	
- особенности механических, термодинамических, магнитных и электрических свойств наноструктур;	+	+			+
- области применения конструкционных наноматериалов в технике.	+	+			+
Освоенные умения					
- классифицировать наноразмерные структуры по топологии;		+	+	+	
- определять основные характеристики наноматериалов;		+	+	+	
- определять основные механические характеристики конструкционной прочности наноматериалов.		+	+		+
- оценивать потенциальные возможности применения наноматериалов в технике;		+	+		+
Приобретенные владения					
- основными приемами наноструктурирования и нанотехнологий;			+	+	
- навыками оценки основных характеристик физической прочности наноматериалов;			+	+	
- навыками оценки влияния концентрации деформаций на прочность наноматериалов;			+		+
- основными приемами структурного упрочнения материалов.			+		+

ТК – текущий контроль в форме контрольной работы (контроль знаний по теме);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка знаний и умений);

ПЗ – выполнение практических заданий (оценка умений и владений).

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

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний и освоенных умений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме текущей контрольной работы (ТКР) по каждой теме. Вопросы для контрольной работы подбираются преподавателем.

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

Типовые вопросы и задания текущей контрольной работы:

1. Что такое конструкционные материалы и наноматериалы.
2. Классификационные признаки наноразмерных структур по топологии.
3. Определение закона Гука.
4. Основные понятия конструкционной прочности.
5. Технологические особенности и назначение наноструктурированных материалов, полученных интенсивной пластической деформацией.
6. Модифицирование полимерных матриц наночастицами. Нанополимерные композиты

Полный перечень вопросов для текущей контрольной работы хранится на кафедре, ведущей дисциплину.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме рубежной контрольной работы по модулю и выполнения заданий практических работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Особенности структурного состояния нанокристаллических и наноструктурных материалов», вторая КР – по модулю 2 «Основные принципы структурного упрочнения материалов и нанотехнологии».

Рубежная контрольная работа по модулю проводится во время практического занятия в письменной форме (зависит от числа студентов в группе).

Типовые вопросы и задания рубежной контрольной работы:

- 1 Особенности структурного состояния нанокристаллических наноструктурных материалов.
2. Основные понятия физической прочности.
3. Понятие конструкционной прочности.

4. Основные принципы структурного упрочнения материалов.
5. Методы получения наноструктур и наноматериалов. Нанотехнологии.
6. Применение конструкционных наноматериалов в технике.

Полный перечень вопросов и заданий для рубежной контрольной работы хранится на кафедре, ведущей дисциплину.

2.2.2. Выполнение практических заданий

Согласно РПД запланировано 14 практических задания (ПЗ) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Полный перечень практических заданий приведен в РПД.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего 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 освоенных умений и владений для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС программы бакалавриата.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Предмет и задачи дисциплины. Основные понятия, термины и определения.
2. Основные понятия физической прочности. Диаграмма деформирования материалов. Упругая и пластическая деформация.
3. Понятие конструкционной прочности. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Жесткость, прочность, надежность и долговечность материалов.
4. Усталость. Многоцикловая и малоцикловая усталость.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:

1. Проведите анализ и приведите классификационные признаки 5-ти образцов нанокompозитов.
2. Оцените влияние концентрации деформаций на прочность наноматериалов если радиус срединного отверстия в рабочей части образца составляет 1 мм, 0.1 мм и 0.01 мм. Использовать аналитическое решение.

3. Определите основные механические характеристики конструкционной прочности наноматериалов по приведенным диаграммам деформирования 1) для наноструктурированного алюминиевого сплава Д6 и 2) углепластика с матрицей, модифицированной углеродными нанотрубками в объемной доле 0.7%.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на кафедре, ведущей дисциплину.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на 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.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

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.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего 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.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы бакалавриата. Пример типовой формы экзаменационного билета приведён в Приложении 1. Полный комплект билетов хранится на выпускающей кафедре.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Пример типовой формы экзаменационного билета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

28.03.03 Наноматериалы
Информационные технологии механики и
наноматериаловедения
Кафедра «Экспериментальная механика и
конструкционное материаловедение»

Дисциплина «Конструкционные
материалы и наноматериалы»

БИЛЕТ № 1

1. Понятие конструкционной прочности. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Жесткость, прочность, надежность и долговечность материалов. (*контроль знаний*)
2. Оцените влияние концентрации деформаций на прочность наноматериалов если радиус срединного отверстия в рабочей части образца составляет 1 мм, 0.1 мм и 0.01 мм. Использовать аналитическое решение. (*контроль умений и владений*)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

В.Э.Вильдеман

« ____ » _____ 2023 г.