



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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротяев

« июль » 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины
«Материаловедение (в машиностроении)»**

Направление подготовки	22.06.01 Технологии материалов
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Материаловедение и технологии композиционных материалов
Научная специальность	05.16.09 Материаловедение (в машиностроении)
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающие кафедры	Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК) Охрана окружающей среды (ООС) Вычислительная математика и механика (ВМиМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение (в машиностроении)» разработана на основании следующих нормативных документов:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 888 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов;

Общая характеристика образовательной программы;

Паспорт научной специальности 05.16.09 Материаловедение (в машиностроении), разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);

Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.16.09 Материаловедение (в машиностроении).

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МКМК
Протокол от «17» мая 2017 г. № 15.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.

А.Н. Аношкин

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ООС

Протокол от «17» мая 2017 г. № 36.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.

Л.В. Рудакова

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ВМиМ

Протокол от «01» июня 2017 г. № 11.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.

Н.А. Труфанов

Разработчик программы д-р техн. наук, проф.

Г.И. Шайдурова

Руководитель программы д-р техн. наук, проф.

Г.И. Шайдурова

Согласовано:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям

В.П. Первадчук

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 **Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области технологий создания новых материалов с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния состава и структуры, а также эксплуатационных и других факторов на свойства материалов.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

-способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии (ОПК-5);

-способностью и готовностью вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей (ОПК-7);

-способностью и готовностью разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ (ОПК-9);

-способностью и готовностью руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований (ОПК-17).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• *формирование знаний*

- в области современных базовых технологий композиционных материалов, а также в области комплексных проблем создания композитных конструкций; в области теоретических исследований фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств;

• *формирование умений*

- разрабатывать конструкции одновременно с выбором технологии изготовления; установления закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих на границах раздела в гетерогенных структурах; разрабатывать физико-химические и физико-механические процессы формирования новых материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой;

• *формирование навыков*

- проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ по определению физических, химических и механических свойств материалов; применения методов прогнозирования деформационных свойств, прочностных свойств материалов и конструкций, методов контроля качества и технической диагностики технологических процессов производства; проведения экспериментальных исследований фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- теоретические основы материаловедения и технологии композиционных материалов;
- основы проектирования изделий и конструкций из композиционных материалов;
- основы патентования;
- физические, химические и механические свойства композиционных материалов.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.1.1 «Материаловедение (в машиностроении)» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.16.09 Материаловедение и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- теоретические основы материаловедения;
- композиционные материалы в машиностроении;
- механизм деформации и разрушение материалов;
- основы проектирования изделий и конструкций из композиционных материалов;
- нормативную документацию и основы патентования;
- формы и методы организации производственного и технологического процессов.

Уметь:

- выбирать материалы с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций;
- проводить патентный поиск по формальным признакам, работать с базами данных патентных ведомств, работать в поисковых системах;
- разрабатывать физико-химические и физико-механические процессы формирования новых материалов.

Владеть:

- навыками проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ по определению физических, химических и механических свойств материалов;
- методами прогнозирования прочностных свойств материалов и конструкций;
- навыками оформления документации для получения патентов;
- навыками оформления технической документации и планирования работ.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-5

Код ОПК-5	Формулировка компетенции способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии
Код ОПК-5 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знать: Теоретические основы материаловедения, строение и свойство материалов, механизм деформации и разрушение материалов, металлы и сплавы в машиностроении, неметаллы в машиностроении, технология химико-термической обработки материалов</p>	<p><i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование.</i></p>
<p>Уметь: Выбирать материалы с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций, разрабатывать физико-химические и физико-механические процессы формирования материалов обладающих функциональными физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами</p>	<p><i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование. Творческое задание.</i></p>
<p>Владеть: Методами определения физических свойств материалов, методами определения химических свойств материалов, методами определения механических свойств материалов, методами прогнозирования деформационных свойств материалов и конструкций, методами прогнозирования прочностных свойств материалов и конструкций, методами исследования структуры материалов, методами контроля качества и технической диагностики технологических процессов производства</p>	<p><i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Собеседование. Творческое задание.</i></p>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-7

Код ОПК-7	Формулировка компетенции
	<p>способностью и готовностью вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей</p>

Код ОПК-7 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	<p>способностью и готовностью вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей</p>

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Основы патентования, цели проведения патентного поиска по тематике исследования, виды проведения патентного поиска по тематике исследования, стратегии проведения патентного поиска, печатные и сетевые ресурсы для проведения патентного поиска	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: Проводить патентный поиск по формальным признакам, работать с базами данных патентных ведомств, работать в поисковых системах	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: Навыками оформления материалов для получения патентов, навыками систематизировать и обобщать информацию из печатных и сетевых ресурсов	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.3 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-9

Код ОПК-9	Формулировка компетенции
	способностью и готовностью разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ

Код ОПК-9	Формулировка дисциплинарной части компетенции
Б1.В.01	способностью и готовностью разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Основы проектирования, нормативную документацию для составления технического задания, методы переработки композиционных материалов	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов. Собеседование.</i>	
Уметь: Разрабатывать технические задания, разрабатывать программы экспериментальных работ, определять цели и задачи технического задания, определять ФМХ свойства композиционных материалов	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: Методами проведения расчетно-теоретических работ, методами проведения экспериментальных работ, методами	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

формования композиционных материалов, методами контроля композиционных материалов, методами исследования ФМХ композиционных материалов		
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

2.4 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-17

Код ОПК-17	Формулировка компетенции способностью и готовностью руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований
----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Код ОПК-17 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции способностью и готовностью руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований
---------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Основы организации и планирования деятельности работы коллектива исполнителей, принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов, принципы делового общения в коллективе, методы планирования, контроля и оценки работ исполнителей, деловой этикет, методы осуществления мероприятий по предотвращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, методы оценивания качества выполняемых работ, виды, формы и методы мотивации персонала	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: Рационально организовывать рабочие места, участвовать в расстановке кадров, обеспечивать их предметами и средствами труда, планировать работу исполнителей, инструктировать и контролировать исполнителей на всех стадиях работ, принимать и реализовывать управленческие решения, мотивировать работников на решение производственных задач, управлять конфликтными ситуациями, обеспечивать соблюдение правил безопасности труда и выполнение требований производственной санитарии	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: Навыками оформления технической документации и планирования работ, основами руководства в коллективе, опытом в планировании и организации работы коллектива исполнителей	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы
 Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	5	-
	Практические занятия (ПЗ)	-	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	-
	Самостоятельная работа (СР)	66	30
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	36
	Форма итогового контроля:	Зачет	Кандидатский экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий						Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль Самостоятельная работа		
		всего	Л	ПЗ				
1	Тема 1	2	2	-	-	-	8	10
	Тема 2	-	-	-	-	-	12	12
Всего по разделу:		2	2	-	-	-	20	22/0,61
2	Тема 3	-	-	-	-	-	12	12
	Тема 4	-	-	-	-	-	12	12
	Тема 5	3	-	2	1	-	10	13
Всего по разделу:		3	-	2	1	-	34	37/1,03
3	Тема 6	3	3	-	-	-	10	13
	Тема 7		-	-	-	-	12	12
	Тема 8	2	-	2	-	-	10	12
	Тема 9	2	-	2	-	-	10	12
Всего по разделу:		7	3	4	-	-	42	49/1,36
Промежуточная аттестация		-	-	-	-	36	-	36/1
Итого:		11	5	6	1	36	96	144/4

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1.

(Л – 2ч, СР – 20ч)

Тема 1. Теоретические основы материаловедения.

Тема 2. Строение и свойства материалов. Методы исследования структуры и физических свойств материалов.

Раздел 2. Металлы и сплавы в машиностроении.

(ПЗ – 2ч, СР – 34ч, КСР - 1ч)

Тема 3. Конструкционная прочность материалов. Конструкционные углеродистые и легированные стали. Высокопрочные мартенситностареющие стали. Конструкционные и коррозионностойкие стали. Жаропрочные стали и сплавы. Инструментальные стали. Чугуны. Металлы и сплавы с особыми свойствами.

Тема 4. Медь и её сплавы. Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Бериллий и его сплавы. Магний и его сплавы. Никель и его сплавы.

Тема 5. Механические свойства. Методы исследований механических свойств. Деформация и разрушение. Влияние нагрева на структуру и свойства металла. Технология термической обработки стали. Химико-термическая обработка.

4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 3. Неметаллические материалы в машиностроении (Л – 3ч, ПЗ — 4ч, СР – 42ч)

Тема 6. Композиционные материалы. Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Волокнистые композиционные материалы. Композиционные материалы на металлической основе. Композиционные материалы на полимерной основе. Композиционные материалы с керамической и углеродной матрицей.

Тема 7. Основы физико-химии полимеров. Методы исследования структуры и физических свойств композиционных материалов. Упругие свойства композиционных материалов. Методы исследований механических свойств композиционных материалов. Деформация и разрушение композиционных материалов. Методы прогнозирования деформационных и прочностных свойств композиционных материалов.

Тема 8. Методы формования композиционных материалов. Напыление. Влажное формование. Вакуумное формование. Методы намотки. Пултрузия. Инфузия. Автоклавное формование. Механическая обработка.

Тема 9. Неразрушающий контроль. Проверка простукиванием. Ультразвук. Компьютерная томография. Термический анализ. Рентгеноскопия.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	Тема 5	Описание методов исследований механических	Собеседование. Творческое	Вопросы по темам / разделам

		свойств композиционных материалов.	задание.	дисциплины. Темы творческих заданий.
2	Тема 8	Описание методов формования композиционных материалов	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	Тема 9	Описание методов неразрушающего контроля	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	Тема 2	Строение и свойства материалов. Методы исследования структуры и физических свойств материалов для самостоятельной проработки	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	Тема 3	Конструкционная прочность материалов. Конструкционные углеродистые и легированные стали. Высокопрочные мартенситностареющие стали. Конструкционные и коррозионностойкие стали. Жаропрочные стали и сплавы. Инструментальные стали. Чугуны. Металлы и сплавы с особыми свойствами.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	Тема 4	Медь и её сплавы. Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Бериллий и его сплавы. Магний и его сплавы. Никель и его сплавы	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	Тема 7	Основы физико-химии полимеров. Методы исследования структуры и физических свойств	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

		композиционных материалов. Упругие свойства композиционных материалов. Методы исследований механических свойств композиционных материалов. Деформация и разрушение композиционных материалов. Методы прогнозирования деформационных и прочностных свойств композиционных материалов.		
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Материаловедение (в машиностроении)» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты 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 практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Материаловедение (в машиностроении)» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.01 «Материаловедение (в машиностроении)» <i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	БЛОК 1 <i>(цикл дисциплины/блок)</i>			
		базовая часть цикла	x	обязательная
	x	вариативная часть цикла		по выбору аспиранта
22.06.01 / 05.16.09 <i>код направления / шифр научной специальности</i>	Технологии материалов / Материаловедение (в машиностроении) <i>(полные наименования направления подготовки / ε направленности программы)</i>			

2017
*(год утверждения
учебного плана)*

Семестр(-ы): 4,5

Количество аспирантов: 2

Факультет Аэрокосмический

Кафедра Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК)

тел. 8(342)239-12-94; mkmk@pstu.ru

(контактная информация)

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Материаловедение и технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для вузов / С. И. Богодухов [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2015.	3
2	Бухалков М. И. Производственный менеджмент: организация производства : учебник для вузов / М. И. Бухалков. - Москва: ИНФРА-М, 2015.	5
3	Материаловедение и технология материалов : учебник для бакалавров / Г. П. Фетисов [и др.]. - Москва: Юрайт, 2015.	20
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Потапов Б. Ф. Начала инженерного творчества : учебное пособие / Б. Ф. Потапов, Р. В. Бульбович, А. Ю. Крюков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	64+ЭБ
2	Михайлин Ю. А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. - Санкт-Петербург: Науч. основы и технологии, 2009, 2014.	2009 – 4 2014 – 2

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
3	Колокольцев С. Н. Углеродные материалы. Свойства, технологии, применения : учебное пособие для вузов / С. Н. Колокольцев. - Долгопрудный: Интеллект, 2012.	2
4	Солнцев Ю. П. Материаловедение : учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин. - Санкт-Петербург: Химиздат, 2007-784с.	118
2.2 Периодические издания		
1	Патенты и лицензии. Интеллектуальные права : научно-практический журнал. - Москва: Патенты и лицензии, 1966 - .	
2	Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права : научно-практический журнал. - Москва: ИНТЕЛПРЕСС, 2000 - .	
3	Вестник ПНИПУ. Механика	
4	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника	
5	Механика композиционных материалов и конструкций : всероссийский научный журнал / Российская академия наук. Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления; Институт прикладной механики; Общенациональная академия знаний. - Москва: Ин-т прикл. механики РАН, 1995 - .	
6	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 - .	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не предусмотрены	
2.4 Официальные издания		
1	Конституция Российской Федерации	КонсультантПлюс
2	Трудовой кодекс Российской Федерации	КонсультантПлюс

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. –

Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Авианортал - <http://www.http://air.my1.ru/>

2. Механика композиционных материалов и конструкций <http://mkmk.ras.ru/>

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	Microsoft PowerPoint	62445253	Представление презентаций

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра МКМК	403	60	12

2	Лекционная аудитория	Кафедра МКМК	404	80	30
---	----------------------	--------------	-----	----	----

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютер (в составе Intel(R) Core(TM)i3CPU@2.93ГГц, 3.6ГБ ОЗУ)	12	Оперативное управление	403
2	Мультимедиа комплекс типа 1 в составе: проектор Panasonic PT-LB78V, экран, ноутбук Lenovo ThinkPad	1	Оперативное управление	404

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

«10.06» 2017 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Материаловедение (в машиностроении)»**

Направление подготовки	22.06.01 Технологии материалов
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Материаловедение и технологии композиционных материалов
Научная специальность	05.16.09 Материаловедение
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающие кафедры	Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК) Охрана окружающей среды (ООС) Вычислительная математика и механика (ВМиМ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Материаловедение (в машиностроении)» разработан на основании следующих нормативных документов:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 888 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов;

Общая характеристика образовательной программы;

Паспорт научной специальности 05.16.09 Материаловедение (в машиностроении), разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);

Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.16.09 Материаловедение (в машиностроении).

ФОС дисциплины заслушан и утвержден на заседании кафедры МКМК
Протокол от «17» мая 2017г. № 15.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.



А.Н. Аношкин

ФОС дисциплины заслушан и утвержден на заседании кафедры ООС

Протокол от «18» мая 2017г. № 36.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.



Л.В. Рудакова

ФОС дисциплины заслушан и утвержден на заседании кафедры ВМиМ

Протокол от «01» июня 2017г. № 11.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.



Н.А. Труфанов

Руководитель д-р техн. наук, проф.
программы



Г.И. Шайдурова

Согласовано:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям



В.П. Первадчук

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации

Л.А. Свисткова

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

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.01 «Материаловедение (в машиностроении)» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

-способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии (ОПК-5);

-способностью и готовностью вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей (ОПК-7);

-способностью и готовностью разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ (ОПК-9);

-способностью и готовностью руководить работой коллектива исполнителей, участвовать в планировании научных исследований (ОПК-17).

1.2. Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, в 5 семестре - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов в каждом семестре. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Кандидатский экзамен
Усвоенные знания				
3.1 Теоретические основы материаловедения, строение и свойство материалов, механизм деформации и разрушение материалов, металлы и сплавы в машиностроении, неметаллы в машиностроении, технология химико-термической обработки материалов	С	ТВ		
3.2 Основы патентования, цели проведения патентного поиска по тематике исследования, виды проведения патентного поиска по тематике исследования, стратегии проведения патентного поиска, печатные и сетевые ресурсы для проведения патентного поиска	С	ТВ		
3.3 Основы проектирования, нормативную документацию для	С	ТВ		

составления технического задания, методы переработки композиционных материалов				
3.4 Основы организации и планирования деятельности работы коллектива исполнителей, принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов, принципы делового общения в коллективе, методы планирования, контроля и оценки работ исполнителей, деловой этикет, методы осуществления мероприятий по предотвращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, методы оценивания качества выполняемых работ, виды, формы и методы мотивации персонала				
Освоенные умения				
У.1 Выбирать материалы с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций, разрабатывать физико-химические и физико-механические процессы формирования материалов обладающих функциональными физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами			ОТЗ	ПЗ
У.2 Проводить патентный поиск по формальным признакам, работать с базами данных патентных ведомств, работать в поисковых системах			ОТЗ	ПЗ
У.3 Разрабатывать технические задания, разрабатывать программы экспериментальных работ, определять цели и задачи технического задания, определять ФМХ свойства композиционных материалов			ОТЗ	ПЗ
У.4 Рационально организовывать рабочие места, участвовать в расстановке кадров, обеспечивать их предметами и средствами труда, планировать работу исполнителей, инструктировать и контролировать исполнителей на всех стадиях работ, принимать и реализовывать управленческие решения, мотивировать работников на решение производственных задач, управлять конфликтными ситуациями, обеспечивать соблюдение правил безопасности труда и выполнение требований производственной санитарии			ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 Методами определения физических свойств материалов, методами определения химических свойств материалов, методами определения механических свойств материалов,			ОТЗ	ПЗ

методами прогнозирования деформационных свойств материалов и конструкций, методами прогнозирования прочностных свойств материалов и конструкций, методами исследования структуры материалов, методами контроля качества и технической диагностики технологических процессов производства				
В.2 Навыками оформления материалов для получения патентов, навыками систематизировать и обобщать информацию из печатных и сетевых ресурсов			ОТЗ	ПЗ
В.3 Методами проведения расчетно-теоретических работ, методами проведения экспериментальных работ, методами формования композиционных материалов, методами контроля композиционных материалов, методами исследования ФМХ композиционных материалов			ОТЗ	ПЗ
В.4 Навыками оформления технической документации и планирования работ, основами руководства в коллективе, опытом в планировании и организации работы коллектива исполнителей			ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

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

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
Незачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

• **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

Таблица 5

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на кандидатском экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на</p>

Оценка	Критерии оценивания
	большинство дополнительных вопросов.
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 6

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

Таблица 7

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на кандидатском экзамене

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
5	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
4	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
3	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»

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

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1. Типовые творческие задания:

1. Привести описание методов исследований механических свойств композиционных материалов.
2. Привести описание методов формования композиционных материалов.
3. Привести описание методов неразрушающего контроля.

4.2. Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Теоретические основы материаловедения. Строение и свойства материалов. Основы физико-химии полимеров. Полимерные матрицы и наполнители. Формирование структуры. Строение пластически деформируемых сплавов с памятью формы. Особенности их мартенситно-аустенитных превращений и перспективы использования в реальных технологиях совместно с композитами и эластомерами.

2. Методы исследования структуры и физических свойств материалов. Методы исследования структуры и фазового состава. Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах. Современные методы диагностики многослойных образцов (демонстраторов конструкций). Физические методы неразрушающего контроля качества и выявления дефектов материалов.

3. Механические свойства материалов и методы их определения. Схемы напряженного и деформированного состояний материалов. Упругие свойства материалов. Пластическая деформация и деформационное упрочнение. Разрушение материалов. Механические свойства материалов и методы их определения. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении и нагреве. Воздействие внешней среды.

4. Технология, химико-термической термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов.

5. Металлы и сплавы в машиностроении. Конструкционная прочность материалов. Конструкционные углеродистые и легированные стали. Высокопрочные мартенситностареющие стали. Конструкционные и коррозионностойкие стали. Жаропрочные стали и сплавы. Инструментальные стали. Чугуны. Цветные металлы и сплавы. Металлы и сплавы с особыми свойствами.

6. Неметаллические материалы в машиностроении. Полимеры и пластические массы. Композиционные материалы. Эластомерные материалы. Ситалы, керамические, керамоматричные и другие неорганические материалы. Лакокрасочные материалы клеевые композиции горячего и холодного отверждения 7. Эффективность применения материалов в машиностроении с учетом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты.

4.3. Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Определить физические свойства композиционных материалов.
2. Определить химические свойства композиционных материалов.
3. Определить механические свойства композиционных материалов.
4. Провести прогнозную оценку деформационных свойств композиционных материалов и конструкций.
5. Провести прогнозную оценку прочностных свойств композиционных материалов и конструкций.
6. Представить методику проведения экспериментальных работ по исследованию физико-механических характеристик композиционных материалов.

4.4. Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.16.09 Материаловедение (в машиностроении) разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

1. Теоретические основы материаловедения. Строение и свойства материалов. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Электронная структура. Типы межатомных связей в кристаллах. Кристаллическое строение твердых тел. Типы кристаллических решеток металлов и их характеристика. Реальное строение металлических и неметаллических кристаллов. Анизотропия свойств кристаллов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Дислокационная структура и прочность металлов. Фуллерены и нанотрубки. Наноструктурное строение веществ. Процессы самоорганизации дислокационной и фрактальной структур материалов с позиций синергетики. Основы электронной теории твердых тел. Зонная теория твердых тел. Связь физических свойств с поведением электронов. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. Термоэлектронная эмиссия. Сверхпроводимость. Электронное строение полупроводников и диэлектриков. Магнитные свойства материалов. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм. Формирование структуры металла при кристаллизации. Агрегатные состояния веществ. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации. Самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация. Форма кристаллических образований. Строение слитка. Полиморфизм. Магнитные превращения. Аморфное состояние металлов. Аморфные сплавы. Строение пластически деформированных металлов. Структурные изменения в металлах в условиях холодной и

горячей пластической деформации. Температура рекристаллизации. Строение металлов после возврата и рекристаллизации. Механизм и стадии процесса рекристаллизации. Условия реализации направленной кристаллизации. Основы теории сплавов термической обработки. Условия термодинамического равновесия. Определение системы, фазы, структуры. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы. Правило фаз. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов и методы их построения. Эвтектическое и перитектическое превращения. Виды ликвации. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии. Эвтектоидное превращение. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Диаграммы состояния железоцементита и железогрифта. Влияние легирующих компонентов на критические точки железа и стали, свойства феррита и аустенита. Фазовые превращения в стали при нагреве и охлаждении. Процесс образования аустенита при нагреве. Механизм превращений переохлажденного аустенита. Изотермические и термокинетические диаграммы. Влияние состава стали на процесс распада аустенита. Критическая скорость охлаждения при закалке. Мартенситное превращение, механизм и кинетика. Структура и свойства мартенсита. Влияние деформации на мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали. Термодинамика и процесс коагуляции. Изменение структуры и свойств при отпуске. Отпуская хрупкость и способы ее предотвращения.

2. Методы исследования структуры и физических свойств материалов Методы исследования структуры и фазового состава. Металлографические и фрактографические методы исследования, оптическая и электронная, в том числе дифракционная микроскопия (просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы). Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа. Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах. Магнитный и электрический методы анализа фазовых и структурных превращений. Метод термо-ЭДС. Метод ядерного магнитного резонанса. Метод ядерного гамма-резонанса Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.

3. Механические свойства материалов и методы их определения Схемы напряженного и деформированного состояния материалов Плоское и объемное напряженные состояния. Плоская деформация. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация. Упругие свойства материалов. Модуль упругости и его зависимость от кристаллической структуры материала. Упругое последствие, упругий гистерезис, внутреннее трение. Пластическая деформация и деформационное упрочнение. Процессы скольжения и двойникования. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Скольжение и переползание дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесями. Особенности деформации моно- и поликристаллов. Влияние границ зерен на пластическую деформацию поликристаллов. Дисклинации. Сверхпластичность. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Деформационное упрочнение. Упрочнение твердых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения. Дисперсионное твердение. Разрушение материалов. Виды разрушения материалов. Механизмы зарождения трещин. Силовые, деформационные и энергетические критерии локального разрушения. Трещиностойкость. Подходы механики разрушения к выбору конструкционных материалов, расчету размера допустимого дефекта и прогнозированию долговечности. Фрактография как метод количественной оценки механизма разрушения. Механические свойства материалов и методы их определения Классификация методов механических испытаний. Значение механических характеристик в материаловедении. Механические свойства, определяемые при статическом нагружении. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение, трещиностойкость. Влияние легирования, структуры концентраторов напряжений и масштабного фактора на характеристики механических

свойств. Механические свойства, определяемые при динамическом нагружении. Влияние скорости деформирования на характеристики прочности и пластичности. Динамические испытания на изгиб образцов. Ударная вязкость. Методы определения ударной вязкости и ее составляющих. Механические свойства, определяемые при циклическом нагружении. Усталость, диаграммы усталости, предел выносливости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на сопротивление усталости. Испытания на твердость вдавливанием и царапанием. Триботехнические испытания. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении и нагреве. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении от комнатных температур до криогенных. Хладостойкость и критическая температура хрупкости, методы определения. Поведение материалов под нагрузкой при нагреве от комнатных температур до температуры рекристаллизации и выше. Синеломкость и тепловая хрупкость. Жаростойкость и жаропрочность. Ползучесть, диаграммы ползучести, предел ползучести. Теория рекристаллизационной ползучести. Длительная прочность, диаграммы длительной прочности, предел длительной прочности. Механизм хрупкого разрушения при ползучести. Релаксация напряжений, диаграммы релаксации, релаксационная стойкость. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности материалов. Воздействие внешней среды. Адсорбционные процессы при деформации и разрушении металлов. Эффект Ребиндера. Влияние поверхностно-активных сред на прочность металлов и сплавов. Закономерности окисления металлов. Коррозия металлов и сплавов под напряжением. Коррозионное растрескивание. Межкристаллитная коррозия. Сопrotивляемость материалов кавитационному и эрозионному разрушению. Влияние радиационного облучения на строение и свойства материалов.

4. Технология химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов. Термическая обработка стали. Основные виды термической обработки стали. Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений. Химико-термическая обработка. Общие закономерности. Цементация с последующей термической обработкой. Азотирование. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя. Структура и свойства азотированной стали. Нитроцементация стали. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т.п. Многокомпонентные покрытия. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах. Термомеханическая обработка. Основные виды: предварительная высокотемпературная, низкотемпературная. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии. Поверхностное легирование и термическая обработка при лазерном и электронно-лучевом нагреве. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации. Физическая сущность процесса. Роль остаточных напряжений. Области применения. Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.

5. Металлы и сплавы в машиностроении. Конструкционная прочность материалов. Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности. Конструкционные углеродистые и легированные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Металлургическое качество сталей. Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения. Влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей. Углеродистые качественные стали. Автоматные стали. Углеродистые инструментальные стали. Легированные стали. Влияние легирующих компонентов и примесей на дислокационную структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка легированных сталей. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали. Улучшаемые легированные стали. Пружинные стали общего назначения.

Шарикоподшипниковые стали. Износостойкие стали. Высокопрочные мартенситно-старееющие стали. Принципы легирования. Мартенситное превращение. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых превращений и особенности термической обработки. Экономно легированные мартенситно-старееющие стали. Свойства мартенситно-старееющих сталей и области применения. Конструкционные и коррозионно-стойкие стали. Общие принципы легирования и структура коррозионно-стойких сталей. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцево-никелевые и хромозотистые аустенитные стали. Высоколегированные кислотостойкие стали. Жаростойкие и окалиностойкие стали. Жаропрочные стали и сплавы. Принципы легирования жаропрочных сталей и сплавов. Упрочняющие фазы. Жаропрочные стали перлитного и мартенситного классов. Жаропрочные стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы. Термическая обработка жаропрочных никелевых сплавов. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе. Области применения в машиностроении. Инструментальные стали. Классификация инструментальных сталей по теплостойкости, структуре и областям применения. Быстрорежущая сталь и особенности ее термической обработки. Штамповые стали для деформирования в горячем и холодном состоянии. Стали для форм литья под давлением и прессования. Чугуны. Свойства и назначение чугунов, принципы классификации. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Фазовые превращения при термической обработке чугуна. Применение в машиностроении. Цветные металлы и сплавы. Алюминий и его сплавы. Классификация алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы. Литейные алюминиевые сплавы. Особенности термической обработки. Спеченные алюминиевые сплавы. Технологические и механические свойства. Области применения алюминия и его сплавов. Магний и его сплавы. Классификация магниевых сплавов. Деформируемые и литейные сплавы. Термическая обработка магниевых сплавов. Защита магниевых сплавов от коррозии. Медь и ее сплавы. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация медных сплавов. Латуни, их свойства. Строение и свойства оловянных, алюминиевых, свинцовых, марганцовистых и бериллиевых бронз. Медно-никелевые сплавы. Области применения меди и ее сплавов. Титан и его сплавы. Классификация легирующих элементов и типы сплавов титана. Механические, технологические и коррозионные свойства титановых сплавов. Водородная хрупкость титановых сплавов. Конструкционные и жаропрочные сплавы титана. Особенности термической обработки. Цинк, свинец, олово и их сплавы. Припои на оловянистой и свинцовой основах. Антифрикционные сплавы. Металлы и сплавы с особыми свойствами. Магнитные материалы. Классификация материалов по магнитным свойствам. Кривая намагничивания. Процессы, происходящие при намагничивании монокристалла. Низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы. Магнитотвердые деформируемые, литые и спеченные материалы. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Сплавы с заданными коэффициентом теплового расширения и модулем упругости. Проводниковые и полупроводниковые материалы. Электропроводность твердых тел. Материалы высокой проводимости: проводниковые, припои, сверхпроводники. Сплавы повышенного электросопротивления. Контактные материалы. Полупроводниковые материалы. Строение и свойства. Кристаллофизические методы получения сверхчистых материалов. Легирование полупроводников. Материалы атомной техники. Конструкционные материалы. Ядерное горючее. Теплоносители. Материалы, обладающие эффектом памяти формы. Классификация, структура, физико-механические свойства. Применение в машиностроении.

6. Неметаллические материалы в машиностроении Полимеры и пластические массы. Классификация и структура полимерных материалов. Молекулярная структура полимеров. Теории роста полимерных кристаллов. Особенности механических свойств полимеров, обусловленные их строением. Релаксационные свойства. Вязкое течение растворов и расплавов полимеров. Старение и стабилизация полимеров. Типы разрушения

полимеров. Влияние внешних факторов на процесс разрушения. Физико-механические, адгезионные, фрикционные, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров, методы исследования этих свойств. Состав, классификация и свойства пластических масс. Пластмассы на основе термопластичных и терморезистивных полимеров. Отвердители, наполнители, пластификаторы, катализаторы, пигменты, ингибиторы. Методы переработки пластмасс в изделия. Материалы, технология и оборудование для получения полимерных покрытий. Композиционные материалы. Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нульмерными и одномерными наполнителями. Эвтектические композиционные материалы. Композиционные материалы на неметаллической основе. Механические свойства композиционных материалов, моделирование на ЭВМ разрушения композиционных материалов с использованием свойств армирующих волокон, объемной доли и свойств матрицы. Механизм разрушения. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов. Способы компьютерного моделирования состава, структуры, свойств и процесса разрушения композиционных материалов. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении. Резиновые материалы. Состав и классификация резин. Технология приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины. Физико-механические свойства резины. Влияние условий эксплуатации на свойства резин. Применение резиновых материалов в машиностроении. Ситаллы, керамические и другие неорганические материалы. Строение, свойства и виды технического стекла, ситаллов, фарфора и фаянса. Тугоплавкие соединения, основные типы, состав, структура, свойства, методы получения, в том числе СВС – самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Нанокристаллические материалы. Стекланные смазки и защитные покрытия. Эмали для защиты металлов. Техническая керамика. Огнеупорные и конструкционные керамические материалы. Применение керамики в машиностроении. Графит и его модификации в качестве конструкционных материалов. Лакокрасочные и клеящие материалы. Состав и классификация лакокрасочных материалов. Особенности кремнийорганических покрытий. Технологические методы нанесения лакокрасочных покрытий. Технология нанесения лакокрасочных покрытий. Сравнительные свойства лакокрасочных покрытий и их применение в машиностроении. Клеящие материалы, состав и классификация. Физико-химическая природа. Конструкционные клеи. Состав клеевых соединений. Методы получения клеевых соединений и их испытания. Применение клеевых соединений в машиностроении.

7. Эффективность применения материалов в машиностроении с учетом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты. Методика расчета экономического эффекта за счет рационального выбора и применения машиностроительных материалов. Сравнительные данные стоимости углеродистых сталей и сплавов, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов и области их эффективного применения. Себестоимость различных операций термической и химикотермической, термомеханической обработки материалов. Повышение надежности, долговечности и безопасности изделий машиностроения путем применения новых материалов, обладающих уникальными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами, а также экологической чистотой. Совершенствование технических требований к материалам в нормативно-технической документации.

4.5. Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на кандидатском экзамене по дисциплине:

1. Описать технологию химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов.
2. Раскрыть механизм превращений переохлажденного аустенита.

3. Описать особенности методов исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах.
4. Оценить влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей.
5. Описать технологию приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины.
6. Описать методы получения клеевых соединений и их испытания.
7. Привести методику расчета экономического эффекта за счет рационального выбора и применения машиностроительных материалов.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «МКМК».

Приложение 1
Пример типовой формы экзаменационного билета



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

Направление
22.06.01 Технологии материалов
Программа
Материаловедение и технологии композиционных материалов
Кафедры
Механика композиционных материалов и конструкций

Охрана окружающей среды
Вычислительная математика и механика

Дисциплина
«Материаловедение (в машиностроении)»

БИЛЕТ № 1

1. Конструкционная прочность материалов Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности. Конструкционные углеродистые и легированные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям
2. Описать особенности методов исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах.
3. Раскрыть механизм превращений переохлажденного аустенита.

Составитель _____
(подпись)

Г.И. Шайдурова

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

А.Н. Аношкин

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		