

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 17 » 12 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОРОШКОВЫХ СПЛАВОВ

Направление подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Профиль/программа подготовки **-**

Уровень высшего образования **Бакалавриат**

Форма обучения **Очная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед. / час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
VII	4 / 144	18	18	18	54	Экзамен – 36
Итого	4 / 144	18	18	18	54	Экзамен – 36

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Основы производства порошковых сплавов» по ОПОП направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» является формирование у студентов знаний и компетенций в области технологических процессов получения порошковых сплавов и изделий из них.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы производства порошковых сплавов» входит в вариативную часть блока 1 и является дисциплиной по выбору при освоении ОПОП бакалавриата по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Для успешного изучения дисциплины студенты должны быть знакомы с основными положениями высшей математики и теории вероятностей, освоить материал дисциплин «Общее материаловедение и технологии материалов», «Механика материалов и основы конструирования» и «Физико-химические основы синтеза и получения сплавов».

Важную роль в подготовке к изучению дисциплины «Основы производства порошковых сплавов» играют производственные практики, при прохождении которых студенты знакомятся с оборудованием, используемым для получения порошковых материалов и их анализа в условиях действующих промышленных предприятий.

Компетенции, приобретённые студентами в курсе «Основы производства порошковых сплавов», используются при выполнении бакалаврских выпускных квалификационных работ и в процессе дальнейшей профессиональной деятельности по профилю подготовки.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

- способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6);
- способность применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов (ПК-11).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства порошковых сплавов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6);
- основные классы современных порошковых сплавов, их свойства и области применения (ПК-11);
- принципы выбора порошковых сплавов для заданных условий эксплуатации (ПК-11);

уметь:

- выбирать порошковые сплавы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий (ПК-11);
- разрабатывать технологические процессы производства порошковых сплавов и изделий из них (ПК-6, ПК-11);

- применять на практике фундаментальные закономерности взаимодействия компонентов порошковых сплавов с учетом достижения заданных эксплуатационных свойств изделий (ПК-6);

Владеть:

- навыками определения основных свойств и характеристик порошковых сплавов (ПК-11);
- методами и средствами контроля качества порошковых сплавов и изделий из них, а также методами анализа причин возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции (ПК-6, ПК-11).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Процессы порошковой металлургии	7	1-6	6	6	6	-	18	-	6 / 25	1 РК
2	Физико-химические основы технологии порошковых композиционных сплавов	7	6-12	6	6	6	-	18	-	6 / 25	2 РК
3	Технологические процессы получения порошковых композиционных сплавов	7	12-17	6	6	6	-	18	-	6 / 25	3 РК
Всего		-	-	18	18	18	-	54	-	18 / 25	Экзамен

Содержание разделов дисциплины

Раздел №1. Процессы порошковой металлургии.

Тема №1. Свойства порошков и методы их определения.

Введение. Цель и задачи курса. Химический состав. Форма и размер частиц. Гранулометрический состав порошка. Ситовый анализ. Микроскопический анализ. Статистические распределения, используемые для описания дисперсного состава. Кондуктометрический анализ. Лазерный и рентгеновский методы. Удельная поверхность. Методы измерения проницаемости порошка. Адсорбционные методы. Плотность. Микротвердость. Химические свойства порошков. Газосодержание порошков. Воспламеняемость и взрываемость. Технологические свойства: насыпная плотность, текучесть порошка, прессуемость и формуемость.

Тема №2. Методы получения порошков.

Механические методы. Измельчение твердых металлов. Теория и практика размолла в шаровых, вихревых, молотковых, планетарных мельницах, щековых и валковых дробилках. Ультразвуковое измельчение в жидких средах. Измельчение материалов в аппаратах магнитного индукционного вращателя. Диспергирование расплавов. Центробежное и высокоскоростное распыление. Грануляция. Получение металлических порошков методом восстановления химических соединений. Физико-химические основы восстановления. Получение порошков электролизом растворов и расплавов. Получение металлических порошков цементацией, автоклавным осаждением и методом межкристаллитной коррозии. Термическая диссоциация карбониллов. Метод конденсации металлов. Получение порошков методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Тема №3. Процессы получения изделий из порошков.

Процессы, происходящие при прессовании. Зависимость плотности брикета от давления прессования. Основные уравнения прессования. Боковое давление. Трение при прессовании. Давление выталкивания и упругое последствие. Прочность прессовок. Брак при прессовании. Подготовка порошков к формованию. Классификация методов формования. Холодное изостатическое прессование. Горячее изостатическое (газостатическое) прессование. Шликерное формование. Непрерывное формование. Технология мундштучного прессования. Инжекционное формование. Вибрационное формование. Высокоскоростные методы формования. Твердофазное спекание материалов. Жидкофазное спекание. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

Раздел №2. Физико-химические основы технологии порошковых композиционных сплавов.

Тема №4. Общая характеристика порошковых композиционных сплавов.

Основные понятия и определения. Классификация порошковых композиционных сплавов по морфологии армирующих фаз, по схеме армирования, температурным интервалам работы и в зависимости от материала матрицы. Матричные материалы, используемые при производстве порошковых композиционных сплавов. Дисперсно-упрочненные, волокнистые, слоистые порошковые композиционные сплавы. Требования, предъявляемые к компонентам порошковых композиционных сплавов.

Тема №5. Взаимодействие матричных материалов с армирующими наполнителями.

Проблема совместимости металлической матрицы и армирующего наполнителя. Термодинамическая и кинетическая совместимость. Типы связей между компонентами. Поверхности раздела. Термическая и механическая стабильность поверхности раздела. Физико-химические процессы на межфазных границах. Формирование межфазного контакта. Смачивание и растекание жидких металлов по поверхности твердых материалов. Основные условия смачивания в равновесных и неравновесных материалах. Смачивание различных типов материалов. Современные подходы к оценке процессов взаимодействия между компонентами порошковых композиционных сплавов. Подавление образования нежелательных фаз.

Тема №6. Формирование физико-механических и эксплуатационных свойств порошковых композиционных сплавов.

Факторы, определяющие свойства порошковых композиционных сплавов. Влияние поверхности раздела на механические свойства порошковых композиционных сплавов. Теории прочности и разрушения. Методы определения механических свойств порошковых композиционных сплавов. Расчет физико-механических характеристик порошковых композиционных сплавов по свойствам исходных компонентов. Уравнение

аддитивности. Закон Гука для изотропных материалов. Упругие деформации. Анизотропия прочности. Модули упругости порошковых композиционных сплавов. Температурные коэффициенты линейного расширения. Коэффициенты теплопроводности. Удельная электропроводность.

Раздел №3. Технологические процессы получения порошковых композиционных сплавов.

Тема №7. Дисперсно-упрочненные порошковые композиционные сплавы.

Классификация дисперсно-упрочненных порошковых композиционных сплавов. Основные принципы выбора армирующих частиц. Получение порошковых композиционных сплавов методами порошковой металлургии. Статическое и динамическое компактирование. Жидкофазные методы экзогенного и эндогенного армирования. Метод механического замешивания частиц. Метод реакционного синтеза. Свойства и применение дисперсно-упрочненных порошковых композиционных сплавов. Наноструктурированные порошковые композиционные сплавы.

Тема №8. Волокнистые порошковые композиционные сплавы.

Непрерывные и дискретные волокна и нитевидные монокристаллы, применяемые для армирования волокнистых порошковых композиционных сплавов. Металлические волокна. Стекланные и кварцевые волокна. Органические волокна. Волокна тугоплавких соединений. Поликристаллические и монокристаллические керамические волокна. Структура и свойства керамических волокон. Технологические схемы получения волокнистых порошковых композиционных сплавов и применяемое оборудование. Самопроизвольная и принудительная пропитка каркасов из волокон. Метод непрерывного литья. Метод пластической деформации. Диффузионная сварка.

Тема №9. Слоистые порошковые композиционные сплавы.

Преимущества слоистых материалов и их свойства. Анизотропия свойств в слоистых композитах. Структура переходной зоны. Квази-изотропные слоистые композиты. Физические основы торможения разрушения в слоистых композиционных материалах. Получение слоистых композитов. Прокатка. Экструзия. Литье органосуспензии на движущуюся ленту-подложку. Напыление. Применение слоистых композитов. Металлополимерные композиции. Алюмопестклопластики. Градиентные композиционные материалы.

Темы практических работ

№ п/п	Наименование практических работ	Трудоемкость (з.е. / часы)
1	Расчет режимов прессования металлических порошков	0,08 / 3
2	Расчет процесса реакционного спекания порошков	0,08 / 3
3	Выбор компонентов порошковых сплавов	0,08 / 3
4	Анализ процессов межфазного взаимодействия в порошковых сплавах с применением термодинамических методов	0,08 / 3
5	Прогнозирование физико-механических свойств порошковых сплавов	0,08 / 3
6	Разработка технологического процесса получения изделий из порошковых сплавов	0,08 / 3

Темы лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (з.е. / часы)
1	Изучение основных свойств металлических порошков	0,08 / 3
2	Исследование взаимодействия порошковых реагентов в условиях СВС-процесса	0,08 / 3
3	Получение порошковых композиционных сплавов методом механического замешивания	0,08 / 3
4	Получение порошковых композиционных сплавов методом жидкофазного реакционного синтеза	0,08 / 3
5	Получение градиентных порошковых композиционных сплавов	0,08 / 3
6	Изучение технологических свойств порошковых композиционных сплавов	0,08 / 3

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Более 20% времени аудиторных занятий отведено на интерактивные формы обучения, предусматривающие проведение занятий в диалоговом режиме с применением специализированных технологий обучения, что способствует развитию общекультурного уровня и интеллектуальной инициативы студентов. В условиях интерактивного взаимодействия преподавателя и студентов предусмотрены дискуссии, разбор и обсуждение конкретных практико-ориентированных ситуаций, направленные на формирование основных профессиональных компетенций посредством решения практических проблем на основе опережающей теоретико-аналитической работы.

Специфика сочетания методов и форм организации обучения показана в матрице:

Методы	ФОО	Практические работы	СРС
IT-методы		+	+
Командная работа		+	-
Опережающая самостоятельная работа		-	+
Индивидуальное обучение		+	+
Проектный метод		+	+
Поисковый метод		+	+

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Рейтинг-контроль №1

1. Каковы методы определения гранулометрического состава порошков?
2. Что такое насыпная плотность и плотность утряски?
3. Что такое текучесть порошка?
4. Каковы основные методы определения формуемости порошка?
5. Каким образом текучесть зависит от характеристик порошка?
6. Взаимосвязь формы частиц с технологией их получения.

7. Какие факторы определяют эффективность помола материалов в шаровой мельнице?
8. Сущность метода центробежного распыления расплавов.
9. Основные методы получения порошков железа.
10. Карбонильный метод получения порошков.
11. Способы получения многокомпонентных порошков сплавов.
12. Основные схемы прессования порошковых заготовок.
13. Жидкофазное спекание порошков.
14. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
15. Основные виды брака при прессовании и спекании порошковых изделий.

Рейтинг-контроль №2

1. Общие принципы классификации порошковых композиционных сплавов.
2. Какие требования предъявляются к компонентам порошковых композиционных сплавов?
3. Что понимается под термодинамической совместимостью компонентов порошковых композиционных сплавов?
4. Механическая совместимость компонентов порошковых композиционных сплавов.
5. Смачивание армирующих компонентов.
6. Физико-химические принципы выбора компонентов порошковых композиционных сплавов.
7. Термодинамическая оценка взаимодействия компонентов порошковых композиционных сплавов.
8. Кинетика межфазного взаимодействия в порошковых композиционных сплавах.
9. Методы улучшения смачиваемости армирующих компонентов.
10. Механизмы упрочнения различных классов порошковых композиционных сплавов.
11. Расчет упругих характеристик порошковых композиционных сплавов по свойствам компонентов.
12. Расчет физических свойств порошковых композиционных сплавов по свойствам компонентов.
13. Расчет прочности порошковых композиционных сплавов по свойствам компонентов.
14. Вязкость разрушения порошковых композиционных сплавов.
15. Применение программного пакета MathCAD в расчетах порошковых композиционных сплавов и конструкций.

Рейтинг-контроль №3

1. В чем состоит назначение и какова область применения способа механического замешивания порошкообразных частиц в расплав?
2. От каких факторов зависят свойства порошковых композиционных сплавов, полученных путем механического замешивания?
3. Как скорость вращения импеллера влияет на структуру и свойства получаемых порошковых композиционных сплавов?
4. Каковы основные этапы технологии получения порошковых композиционных сплавов способом механического замешивания?
5. Каковы преимущества и недостатки способа механического замешивания?
6. Какие технологические приемы могут быть использованы для реализации жидкофазного реакционного синтеза?
7. Как осуществляется выбор исходных компонентов для получения порошковых композиционных сплавов методом жидкофазного реакционного синтеза?

8. Какие факторы влияют на процессы структурообразования при получении порошковых композиционных сплавов методом жидкофазного реакционного синтеза?
9. Технологические свойства порошковых композиционных сплавов.
10. Технологические схемы получения волокнистых порошковых композиционных сплавов.
11. Получение армирующих волокон и нитевидных кристаллов.
12. Непрерывное литье волокнистых порошковых композиционных сплавов.
13. Каковы основные методы получения наноструктурированных порошковых композиционных сплавов?
14. Получение слоистых металлополимерных порошковых композиционных сплавов.
15. Применение порошковых композиционных сплавов в промышленности.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методы получения металлических порошков.
2. Физические свойства порошков.
3. Технологические свойства порошков.
4. Взаимосвязь формы частиц с технологией их получения.
5. Подготовка порошков к формованию.
6. Закономерности уплотнения порошковых тел при прессовании.
7. Горячее прессование.
8. Жидкофазное спекание.
9. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
10. Основные виды брака при прессовании и спекании порошковых изделий.
11. Общие принципы классификации порошковых композиционных сплавов.
12. Матричные материалы.
13. Роль матрицы и армирующей фазы в порошковых композиционных сплавах.
14. Поверхностные явления на межфазных границах.
15. Стадии взаимодействия между компонентами порошковых композиционных сплавов.
16. Смачивание и растекание жидких металлов по поверхности твердых материалов.
17. Методы расчета физико-механических свойств порошковых композиционных сплавов.
18. Классификация методов получения порошковых композиционных сплавов.
19. Дисперсно-упрочненные порошковые композиционные сплавы.
20. Основные принципы выбора армирующих частиц.
21. Тугоплавкие псевдосплавы.
22. Наноструктурированные порошковые композиционные сплавы.
23. Волокнистые порошковые композиционные сплавы.
24. Нитевидные кристаллы и короткие волокна.
25. Получение волокнистых порошковых композиционных сплавов методом пропитки.
26. Слоистые порошковые композиционные сплавы.
27. Метод механического замешивания частиц.
28. Основные конструкции установок механического замешивания.
29. Жидкофазный реакционный синтез.
30. Металлополимерные порошковые композиционные сплавы: получение, свойства и области применения.

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Содержание самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма отчетности студента
1	Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №1 «Процессы порошковой металлургии». Расчет и конструирование пресс-форм для производства порошковых изделий. Классификация пресс-форм. Материалы для изготовления пресс-форм. Способы прессования. Шероховатость поверхности и нормы точности пресс-форм. Типовые конструкции пресс-форм. Расчет пресс-формы по заданию преподавателя.	18	ПК-6 ПК-11	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №1
2	Составление реферативного конспекта и выполнение индивидуального расчетного задания по разделу №2 «Физико-химические основы технологии порошковых композиционных сплавов». Вычисление термодинамических характеристик взаимодействия компонентов композиции с использованием пакета MathCAD.	18	ПК-6 ПК-11	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №2
3	Составление реферативного конспекта и выполнение индивидуального расчетного задания по разделу №3 «Технологические процессы получения порошковых композиционных сплавов». Разработка технологического процесса получения порошкового композиционного сплава с заданными свойствами по заданию преподавателя.	18	ПК-6 ПК-11	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №3

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Технологические основы производства порошковых и композиционных материалов : лабораторный практикум / Е.С. Прусов, А.А. Панфилов. – Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2015. – 73 с. – ISBN 978-5-9984-0630-0.
2. Основы проектирования процессов непрерывного прессования металлов : монография / Ю. В. Горохов, В. Г. Шеркунов, Н. Н. Довженко [и др.] – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 224 с. – ISBN 978-5-7638-2768-2. (ЭБС znanium.com).

3. Белокопытов В.И. Специальные виды штамповки: теория и технология штамповки поковок из гранул алюминиевых сплавов : монография / В.И. Белокопытов, И.Ю. Губанов. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 130 с. – ISBN 978-5-7638-2806-1. (ЭБС znanium.com).

б) дополнительная литература:

1. Технологические основы получения материалов и изделий из сыпучих стружковых отходов меди и ее сплавов методами обработки давлением / Загиров Н.Н., Логинов Ю.Н. – Красноярск: СФУ, 2015. – 171 с. ISBN 978-5-7638-3221-1. (ЭБС znanium.com).
2. Лепешев А.А. Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокompозитов / А.А. Лепешев, А.В. Ушаков, И.В. Карпов. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. – 328 с. – ISBN 978-5-7638-2502-2. (ЭБС znanium.com).
3. Рудской А.И. Технологические основы получения ультрамелкозернистых металлов: учебное пособие / Рудской А.И., Коджаспиров Г.Е. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011. – 247 с. ISBN 978-5-7422-3342-8. (ЭБС IPRbooks).
4. Тумилович М.В. Пористые порошковые материалы и изделия на их основе для защиты здоровья человека и охраны окружающей среды. Получение, свойства, применение: монография / Тумилович М.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2010.— 365 с. ISBN 978-985-08-1221-6. (ЭБС IPRbooks).

в) периодические издания: научные журналы «Конструкции из композиционных материалов», «Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия», «Материаловедение».

г) интернет-ресурсы:

1. www.de.vlsu.ru:81/umk : электронная информационно-образовательная среда ВлГУ на базе системы управления обучением LMS Moodle.
2. <http://www.emtc.ru> : научно-образовательный центр «Композиты России».
3. <http://www.compositesportal.com> : Интернет-портал по мировой индустрии композиционных материалов.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации образовательного процесса по дисциплине используются аудитории кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов», оснащенные мультимедийным и проекционным оборудованием. Кафедра располагает компьютерным классом с современным лицензионным и свободным программным обеспечением (MS Excel, MathCAD, GNURegression, GNUPlot и др.), локальной вычислительной сетью и доступом в Интернет. Практические и лабораторные работы проводятся в форме индивидуально-групповых занятий с использованием электронно-вычислительных средств обучения и современной экспериментально-исследовательской базы. В распоряжении кафедры имеется весь спектр необходимого оборудования для получения порошковых и композиционных материалов различного состава (установки для получения композитов жидкофазными и твердофазными методами, кузнечно-прессовое оборудование, плавильные и термические печи), проведения рентгенофазового анализа (Bruker AXS D8 Advance), определения состава металлов и сплавов (ARL Advant'X), количественного металлографического анализа (Nikon Epihot TME200), электронно-микроскопических исследований (Quanta 200 3D), изучения физико-механических и специальных свойств материалов.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 ноября 2015 г. №1331 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации под №40078 от 14 декабря 2015 г.).

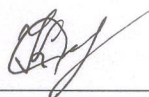
Рабочую программу составил:
доцент каф. ТФиКМ _____



Е.С. Прусов

Рецензент:

гл. технолог ООО «КЛИО» _____

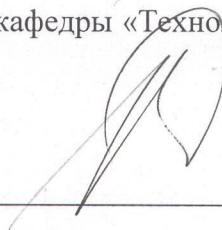


Е.В. Серeda

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов»

Протокол № 4а от 17.12.2015 года

Заведующий кафедрой _____

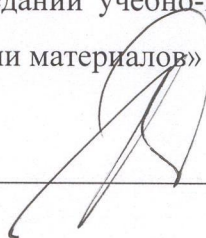


В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Протокол № 4 от 17.12.2015 года

Председатель комиссии _____



В.А. Кечин