

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

Проректор  
по учебно-методической работе  
А.А. Панфилов  
« 17 » 12 2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки

Уровень высшего образования

бакалавриат

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Лаборатор- ных занятий, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	3 (108)	18	18	72	Зачет с оценкой
Итого	3 (108)	18	18	72	Зачет с оценкой

Владимир, 2015

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы получения наноструктурных материалов и покрытий» является получение обучающимися знаний о физической сущности явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации, влияние их на свойства материалов; обеспечение теоретической подготовки студентов по профилю специальности; изучение основных специальных, а также физических и механических свойств наноструктурных материалов и покрытий, а также технологий их получения; обучение студентов научным основам выбора наноматериала для решения специальных технических задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Основы получения наноструктурных материалов и покрытий» входит в состав базовой части блока 1 ОПОП ВО. Данную дисциплину студенты изучают в 7 семестре.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

1. Физика.
2. Химия
3. Физическая химия
4. Общее материаловедение и технологии материалов

В результате освоения дисциплины студенты должны владеть следующими компетенциями: ПК-4, 6, 9.

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

Процесс изучения дисциплины «Основы получения наноструктурных материалов и покрытий» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.

ПК-6 – Способность использовать на практике современные представления и влияния микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействие с окружающей средой, полями, частицами и излучениям.

ПК-9 – Готовность участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них; систем управления технологическими процессами.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:** физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации; основные виды наноматериалов и покрытий; основные методики исследования, применяемые на различных типах оборудования, требования к образцам исследуемых объектов; ассортимент современных конструкционных материалов и покрытий, используемых в машиностроении, их эксплуатационные свойства; основные направления и пути повышения качества, уменьшения металлоемкости изделий (ПК- 4, 6, 9).

**Уметь:** оценить поведение материала и причины отказов деталей машин при воздействии на них различных эксплуатационных факторов; в результате анализа условий эксплуатации технически обоснованно выбрать материал, обеспечивающий высокую надежность и долговечность деталей машин; определять и подбирать нужный тип оборудования для исследования материалов с различными свойствами; выбирать методику, подготавливать образцы для исследования в соответствии с характеристиками прибора и материала образца; использовать основные положения общего и производственного менеджмента в профессиональной деятельности, владеть навыками анализа технологических процессов как объекта управления, проведения стоимостной оценки производственных ресурсов и подготовки информации по их использованию (ПК- 4, 6, 9).

**Владеть:** основами методов исследования и диагностики материалов; навыками использования методов моделирования, оценки, прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов; основами проектирования технологических процессов и технологической документацией, навыками расчета и конструирования изделий машиностроения; навыками использования традиционных и новых технологических процессов, операций, оборудования, нормативных и методических материалов по технологической подготовке производства, качеству изделий и процессов (ПК- 4, 6, 9).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с при- менением интерактивн ых методов (в час / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) , форма промежуточ- ной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Консультации	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	КП / КР		
1	Введение. Основные методы исследования металлов и сплавов. Способы получения наноразмерных материалов.	7	1-3	2				2	12		2/50	
2	Современные металлы и металлические сплавы. Физико-химические основы получения наноструктурных материалов		4-6	4				4	15		4/50	
3	Неметаллические материалы		7-10	4				4	15		4/50	Рейтинг-контроль 1
4.	Методы получения объемных, порошковых и пленочных наноструктурных материалов		11-14	4				4	15		4/50	Рейтинг-контроль 2
5.	Покрытия		15-18	4				4	15		4/50	Рейтинг-контроль 3
	<b>ВСЕГО</b>			18				18	72		18/50	<b>Зачет с оценкой</b>



## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### ***Раздел 1. Основные методы исследования металлов и сплавов. Способы получения наноструктурных материалов и покрытий.***

Роль наноматериалов в современной технике. Работы отечественных и зарубежных ученых в области исследования и получения наноструктурных материалов и покрытий. Методы механического, физического и химического диспергирования. Биологические подходы к

получению наноразмерных материалов. Способы консолидации наноразмерных порошков. Способы получения наноразмерных материалов

### ***Раздел 2. Современные металлы и металлические сплавы. Физико-химические основы получения наноструктурных материалов***

Конструкционные материалы и их свойства. Выбор материала. Цена и доступность. Экспоненциальный рост потребления. Прогноз на будущее. Структура металлов. Движущие силы структурных изменений. Кинетика изменения структуры. Легкие сплавы. Углеродистые стали. Легированные стали. Производство, формование и соединение материалов. Проводниковые материалы. Магнитные материалы. Диэлектрические материалы. Полупроводящие материалы. Сверхпроводники. Способы получения наноразмерных материалов. Формирование наноматериалов по механизму «снизу-вверх» и «сверху-вниз».

### ***Раздел 3. Неметаллические материалы***

Керамические материалы. Типы керамических материалов. Керамические композиты. Сведения о керамических материалах. Структура керамических материалов. Механические свойства керамических материалов. Производство, формование и соединение керамических материалов.

Композиционные материалы. Волокнистые, дисперсно-наполненные и вспененные композиты. Композиты с металлической матрицей. Композиты с полимерной и углеродной матрицами. Волокнистые армирующие элементы. Структурная механика композитов.

Полимерные материалы. Классы полимеров. Структура полимеров. Механические свойства полимеров. Влияние времени и температуры на модуль упругости. Прочность. Производство, формование и соединение полимерных материалов. Синтез полимеров. Полимерные смеси. Формование полимеров. Соединение полимеров.

### ***Раздел 4. Методы получения объемных, порошковых и пленочных наноструктурных материалов.***

Методы получения объемных наноструктурных металлов и сплавов. Классификация наноструктурных материалов. Основные методы получения наноструктурных функциональных и конструкционных материалов. Процессы интенсивной пластической деформации (ИПД). Классификация процессов ИПД. Технологические параметры, влияющие на структуру и свойства материалов. Анализ технологических особенностей процессов ИПД. Примеры реализации процессов ИПД.

Методы получения наноструктурных порошков. Классификация методов получения нанопорошков. Газофазный синтез. Метод термического разложения солей. Получение наноразмерных порошков путем диспергирования. Технологические характеристики нанопорошков. Холодное прессование нанопорошков. Спекание нанопорошков. Горячая экструзия нанопорошков. Применение специальных методов компактирования наноструктурированных порошковых материалов.

Метод получения тонких пленок. Физические вакуумные методы. Химические вакуумные методы. Химические вневакуумные методы.

### ***Раздел 5. Покрытия.***

Металлические покрытия. Классификация металлических покрытий. Методы нанесения металлических покрытий.

Неметаллические покрытия. Классификация неметаллических покрытий. Методы нанесения неметаллических покрытий

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе обучения студентов дисциплине «Основы получения наноструктурных материалов и покрытий» применяются как традиционные методы обучения, так и интерактивные.

Большая часть лекционного материала оформлена в виде презентаций с использованием стандартной программы PowerPoint. Для демонстрации данного наглядно-иллюстрированного материала лекций используется соответствующая аппаратура (ноутбук, проектор).

Для реализации компетентного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. В рамках проведения лекций и практических занятий предусмотрены ролевые игры, запланирован разбор конкретных ситуаций с целью формирования и развития профессиональных компетенций у обучающихся.

При реализации программы «Основы получения наноструктурных материалов и покрытий» выполняются лабораторные работы и осуществляется самостоятельная работа студентов, которая включает освоение теоретического материала, выполнение указанных выше письменных работ и подготовку к зачету.

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

6.1 В ходе текущего контроля оцениваются достижения студентов в процессе освоения дисциплины «Основы получения наноструктурных материалов и покрытий». Наиболее эффективным является его проведение в форме рейтинг-контроля. Промежуточная аттестация – зачет с оценкой по окончанию семестра.

### **Задания для рейтинг-контроля**

#### **I рейтинг-контроль**

##### 1 вариант

1. Физико-химические принципы синтеза материалов на основе фазовых диаграмм.
2. Классификация материалов по структурным признакам
3. Соляные ванны для обработки стали

##### 2 вариант.

1. Пластичность металла, ее природа и значение для машиностроения.
2. Конструктивная прочность металла и ее оценка.
3. Классификация наноматериалов по геометрической форме и размерности структурных элементов.

##### 3 вариант

1. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию.
2. Вяжущие материалы. Добавки наночастиц в бетоны.
3. Связь микроструктуры с прочностью и пластичностью.

## **II рейтинг-контроль**

### 1 вариант

1. Терминология наноразмерных объектов, специфика и классификация наноматериалов.
2. Поверхность наночастицы как дефект трехмерной структуры. Атомные и молекулярные орбитали.
3. Классификация ПАВ. Гидрофильно-липофильный баланс.

### 2 вариант.

1. Наноматериалы, применяемые в металлургии, машиностроении, ядерной энергетике, химической промышленности.
2. Керамические материалы.
3. Нанодисперсии: Нанопорошки. Наносуспензии. Наноэмульсии. Наноаэрозоли

### 3 вариант

1. Молекулярные кластеры металлов. Строение, получение, свойства, применение.
2. Кластеры алюминия. Физико-химические свойства.
3. Получение органо-неорганических покрытий с помощью золь-гель технологии.

## **III рейтинг-контроль**

### 1 вариант

1. Наноэмульсии, их строение и применение для синтеза нанокластеров. Жидкие кристаллы
2. Синтез нанокластеров из газовой фазы.
3. Термодинамика образования супремолкулярных ансамблей ПАВ.

### 2 вариант.

1. Методы компактирования нанопорошков.
2. Кластеры переходных металлов. Физико-химические свойства
3. Получение нанокластеров из коллоидных растворов.

### 3 вариант

1. Наноматериалы. Задачи нанотехнологий.
2. Особенности наноматериалов.
3. Наноструктурирование приповерхностного слоя материалов.

## Темы рефератов

№	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
1	2
1.	Особенности и характеристики современных металлов и металлических сплавов. Применение их в машиностроении.
2.	Применение наноматериалов в машиностроении.
3.	Использование керамик как заменителей традиционных металлов.
4.	Перспективные наноматериалы и наноустройства на их основе.
5.	Применение нанотехнологий для получения новых конструкционных материалов.
6.	Применение неорганических покрытий в машиностроении.
7.	Современные машиностроительные материалы
8.	Наноматериалы, их классификация.
9.	Методы получения нанопорошков.
10.	Порошковая металлургия (компактирование)
11.	Нанокompозиты на основе пористых матриц.
12.	Свойства и применение объемных наноматериалов..
13.	Получение слоистых наноматериалов.
14.	Методы получения наноструктурных слоев.
15.	Магнитные свойства наноматериалов.

### **6.2. Вопросы к зачету с оценкой**

1. Наноматериалы. Нанотехнологии. Задачи нанотехнологий.
2. Особенности наноматериалов.
3. Основные причины интереса к наноматериалам.
4. Классификация наноматериалов в зависимости от характерного размера.
5. Классификация материалов по структурным признакам.
6. Наночастицы: Нанокластеры. Нанокристаллы. Фуллерены. Нанотрубки. Супермолекулы. Биомолекулы. Мицеллы. Липосомы.
7. Консолидированные наноматериалы: Нанокристаллические материалы. Фуллериты. Фотонные кристаллы. Слоистые нанокompозиты. Матричные нанокompозиты. Нанопористые материалы. Наноаэрогели.
8. Нанодисперсии: Нанопорошки. Наносуспензии. Наноэмульсии. Наноаэрозоли.
9. Золи. Аэрозоли. Гели. Порошки.
10. Частица. Агломерат. Агрегат.
11. Классификация дисперсных систем по размерам.
12. Классификация наноматериалов по геометрической форме и размерности структурных элементов.
13. Основные требования к методам получения наноматериалов.
14. Классификация нанотехнологий.
15. Способы получения наноразмерных материалов (общая классификация).
16. Основные требования к методам получения наноматериалов.
17. Методы механического диспергирования. Получение наноматериалов механическим измельчением. Преимущества и недостатки метода.
18. Методы механического диспергирования. Методы интенсивной пластической деформации (ИПД). Преимущества и недостатки методов.
19. Методы механического диспергирования. Получение наноматериалов механическим воздействием различных сред. Преимущества и недостатки методов. Кавитационно-гидродинамический метод. Измельчение ультразвуком.
20. Методы физического диспергирования. Получение наноматериалов распылением расплавов. Преимущества и недостатки методов.
21. Методы физического диспергирования. Получение наноматериалов методом испарения-конденсации. Преимущества и недостатки методов.



22. Методы физического диспергирования. Получение наноматериалов по вакуум-сублимационной технологии. Преимущества и недостатки методов.
23. Методы физического диспергирования. Получение наноматериалов с использованием твердофазных превращений. Преимущества и недостатки методов.
24. Получение наноматериалов с использованием химических реакций – методы осаждения и соосаждения, преимущества и недостатки.
25. Получение наноматериалов с использованием химических реакций – метод восстановления, преимущества и недостатки.
26. Получение наноматериалов с использованием химических реакций – метод газофазных химических реакций, преимущества и недостатки.
27. Получение наноматериалов электрохимическими методами, преимущества и недостатки.
28. Получение наноматериалов путем сочетания химических и физических превращений.
29. Биологические подходы к получению наноразмерных материалов
30. Способы консолидации наноразмерных порошков -прессование.
31. Способы консолидации наноразмерных порошков - спекание.
32. Способы консолидации наноразмерных порошков -прокатка.
33. Способы консолидации наноразмерных порошков - экструзия.
34. Основные типы структур наноматериалов.
35. Размерная зависимость свойств наноматериалов - Фазовые превращения.
36. Размерная зависимость свойств наноматериалов – Кинетические свойства.
37. Размерная зависимость свойств наноматериалов – Электрические свойства.
38. Размерная зависимость свойств наноматериалов - Магнитные свойства.
39. Размерная зависимость свойств наноматериалов - Механические свойства.
40. Роль дефектов, возникающих в НМ вследствие особенностей методов их получения.
41. Применение наноразмерных материалов - Металлические наноматериалы.
42. Применение наноразмерных материалов - Композиционные материалы с наноразмерными частицами и отдельными слоями.
43. Применение наноразмерных материалов - Керамические материалы в наноструктурном состоянии.
44. Применение наноразмерных материалов - Производственные технологии.
45. Применение наноразмерных материалов - Создание защитных, декоративных и износостойких покрытий.
46. Применение наноразмерных материалов - Электронная и электро-магнитная техника.
47. Применение наноразмерных материалов - Использование наноматериалов в биологии и медицине.

### **6.3. Самостоятельная работа студентов.**

- Целью самостоятельной работы студентов заключается в глубоком полном усвоении учебного материала и развития навыков самообразования. Это позволяет реализовать:
- познавательный компонент высшего образования (усвоение необходимой суммы знаний по данной дисциплине, способствовать самостоятельно пополнять их) – ПК-4, 6;
  - развивающий компонент высшего образования (выработка навыков аналитического и логического мышления, способность профессионально оценивать ситуацию и находить правильное решение) – ПК-4, 6, 9;
  - воспитательный компонент высшего образования (формирование профессионального сознания, развитие общего уровня личности) – ПК-4, 6, 9.

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- работу с текстами, нормативными материалами, первоисточниками, дополнительной литературой, сведениями интернета, проработкой конспектов лекций (ПК-4, 6) ;

### Темы для самостоятельной работы

1.	Конструкционные материалы и их свойства
2.	Особенности и характеристики современных металлов и металлических сплавов. Применение их в машиностроении.
3.	Влияние примесей на свойства металлов и сплавов
4.	Повышение надежности конструкционного материала
5.	Пути упрочнения сталей и сплавов
6.	Производство, формование и соединение материалов
7.	Способы получения наноразмерных материалов
8	Классификация наноматериалов по геометрической форме и размерности структурных элементов.
9	Методы компактирования нанопорошков
10	Наноструктурирование приповерхностного слоя материалов
11	Наноматериалы, применяемые в металлургии, машиностроении, ядерной энергетике, химической промышленности.
12	Связь микроструктуры с прочностью и пластичностью
13	Физико-химические принципы синтеза материалов на основе фазовых диаграмм
14	Нанодисперсии: Нанопорошки. Наносuspензии. Наноэмульсии. Наноаэрозоли
15	Вяжущие материалы
16	Термодинамика образования супремоллекулярных ансамблей ПАВ.
17	Получение органо-неорганических покрытий с помощью золь-гель технологии
18	Кластеры переходных металлов. Физико-химические свойства
19	Наноструктурирование приповерхностного слоя материалов.
20	Использование керамик как заменителей традиционных металлов
21	Применение неорганических покрытий в машиностроении
22	Порошковая металлургия (компактирование)
23	Нанокompозиты на основе пористых матриц.
24	Объемные и слоистые наноматериалы
25	Магнитные свойства наноматериалов.

- составление презентаций и проектирование занятий с использованием различных инновационных образовательных технологий (ПК-4, 6, 9);
- участие в семинарах, научно-практических конференциях;
- выполнение контрольных работ;
- подготовку к экзамену.

### **Рекомендации по выполнению самостоятельной работы.**

Самостоятельная работа студентов по курсу призвана не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовывать свое время.

При выполнении самостоятельной работы студенту необходимо прочитать теоретических материал в учебниках и учебных пособиях, указанных в библиографических списках, познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Для подготовки к лабораторным занятиям нужно рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой учебной литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Подготовка к зачету должна осуществляться на основе лекционного материала, материала лабораторных занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу.

### **Форма контроля самостоятельной работы.**

1. На каждой лекции студенты имеют возможность выступить с дополнениями по изучаемым темам (до 5 мин).
2. Проверка лабораторных работ с последующим обсуждением результатов.
3. Совместная творческая деятельность по выполнению лабораторных заданий.
4. Общение на индивидуальных консультациях.

## **6.4. Лабораторные занятия**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Продолжительность
1	2	3	4
7 семестр			
1.	Раздел 1	Микроструктурный анализ металлов и сплавов	2
2.	Раздел 2	Подготовка объектов для исследований на растровом электронном микроскопе и особые требования к ним.	2
3.	Раздел 3	Микроскопия. Изучение устройства и принципа работы различных типов электронных микроскопов.	2
4.	Раздел 4	Анализ изображений структур наноматериалов, полученных на растровом электронном микроскопе.	2
5.	Раздел 5	Изучение устройства и принципа работы рентгенофлуоресцентного спектрометра последовательного анализа ARLADVANTX и порошкового дифрактометра D8 ADVANCE.	2
6.	Раздел 6	Получение углеродного наноматериала методом газофазного химического осаждения.	4
7.	Раздел 7	Изучение структуры фуллеренов, их производных и нанотрубок	2

8.	Раздел 8	Получение алюмоматричных композиционных материалов, упрочненных углеродными наноструктурами.	2
		Всего:	18

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

### Основная литература

- 1, Р.А. Андриевский. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс] / Р.А. Андриевский. — 2-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 255 с. — (Нанотехнологии). — ISBN 978-5-9963-2517-7. <http://znanium.com/bookread2.php?book=539831>
2. В.А. Горохов Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 2.: Учебник / В.А. Горохов и др; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 533 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-009532-5, 500 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=539831>
3. В.В. Старостин. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Старостин. — 4-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 434 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — (Нанотехнологии). ISBN 978-5-9963-2601-3 <http://znanium.com/bookread2.php?book=539831>

### Дополнительная литература

1. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1.: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с.: ил.; 60х90 1/16. - (ВО: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-009531-8, 500 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=507257>
2. Сироткин О. С. Основы инновационного материаловедения: Монография/Сироткин О. С. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 157 с.: 60х90 1/16. - (Научная мысль) (Обложка) ISBN 978-5-16-009755-8, 20 экз. . <http://znanium.com/bookread2.php?book=507257>
3. О.Л. Хасанов Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Л. Хасанов [и др.]. - Эл. изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 269 с.: ил. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-2124-7. <http://znanium.com/bookread2.php?book=397679>
4. А.А.Ильин Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие / А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Совр. технол.: Магистратура). (п) ISBN 978-5-98281-355-8, 522 экз., <http://znanium.com/bookread2.php?book=413166>

### Программное и коммуникационное обеспечение

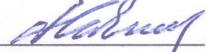
Операционная система Windows, стандартные офисные программы.

## **8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

- 8.1 Мультимедийная аудитория – ауд. 211-2.
- 8.2. Лаборатории «Материаловедения» (ауд. 102,103-2, 108, 173-4), содержащие необходимое оборудование и методическое обеспечение для выполнения лабораторных работ.



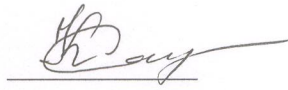
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

Рабочую программу составил к.т.н, доц.кафедры ТФ и КМ  **Елгаев Н.А.**

Рецензент

(представитель работодателя)

Начальник производства ООО «Инлиттех»



**Е.В.Середа**

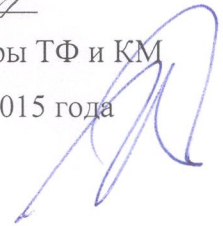
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ

Протокол № 4-а

от 17 декабря

2015 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ д.т.н., профессор

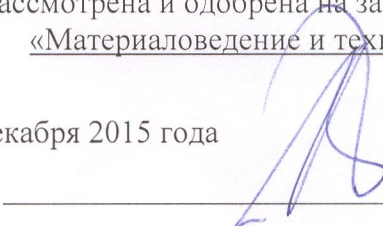


**В.А.Кечин**

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

Протокол № 4 от 17 декабря 2015 года

Председатель комиссии



д.т.н. проф. **В.А.Кечин**

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



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

Институт \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

Актуализированная  
рабочая программа  
рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_  
(подпись, ФИО)

**Актуализация рабочей программы дисциплины**

\_\_\_\_\_  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования

Форма обучения

Владимир 20\_\_

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена: \_\_\_\_\_  
(подпись, должность, ФИО)

а) основная литература: \_\_\_\_\_ *(не более 5 книг)*

б) дополнительная литература: \_\_\_\_\_

в) периодические издания: \_\_\_\_\_

г) интернет-ресурсы: \_\_\_\_\_