

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



УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор  
 по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 13 » 10 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕХНОЛОГИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки	<b>28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника</b>
Профиль/программа подготовки	<b>Инженерно-физические технологии в наноиндустрии</b>
Уровень высшего образования	<b>Магистратура</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля
II	4 / 144	18	-	36	45	Экзамен / 45
Итого	4 / 144	18	-	36	45	Экзамен / 45

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Технологии композиционных материалов» по ОПОП «Инженерно-физические технологии в нанотехнологии» направления 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (программа академической магистратуры) являются:

- формирование представлений о новейших достижениях и перспективах развития композиционных материалов;
- ознакомление студентов с теоретическими и технологическими основами процессов получения композиционных материалов и изделий из них;
- приобретение навыков использования методов определения основных физико-механических и технологических свойств композиционных материалов;
- освоение принципов выбора композиционных материалов для заданных условий эксплуатации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологии композиционных материалов» входит в вариативную часть блока 1 и является обязательной при освоении ОПОП магистратуры по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника» (программа «Инженерно-физические технологии в нанотехнологии»). Базируется на знаниях дисциплин математической, естественнонаучной и профессиональной направленности ранее изучаемых образовательных программ бакалавриата.

Компетенции, приобретённые студентами в курсе «Технологии композиционных материалов», используются при изучении дисциплин «Технологии производства микро- и наносистем» и «Актуальные проблемы современной нанотехнологии», а также при выполнении семестровой научно-исследовательской работы. Полученные знания и умения могут быть использованы при выполнении магистрантами выпускных квалификационных работ, а также будут востребованы в процессе дальнейшей профессиональной деятельности по профилю подготовки при решении широкого спектра задач производственно-технического характера.

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

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

- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);
- готовность подготавливать задания на разработку проектных решений на разработку материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-7).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **знать:**

- современные представления о формировании структуры и фазового состава композиционных материалов функционального и конструкционного назначения (ОПК-4);
- основные классы современных композиционных материалов, их свойства и области применения (ОПК-4, ПК-7);
- принципы выбора композиционных материалов для заданных условий эксплуатации (ПК-7);
- основные технологические процессы производства и обработки композиционных материалов (ОПК-4, ПК-7);

**уметь:**

- выбирать композиционные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий (ОПК-4, ПК-7);
- разрабатывать технологические процессы производства изделий из различных классов композиционных материалов (ПК-7);
- определять физико-механические и технологические свойства композиционных материалов при различных видах испытаний (ОПК-4);

**владеть:**

- методами и средствами контроля качества композиционных материалов и изделий из них, а также методами анализа причин возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции (ОПК-4);
- методологическими принципами формирования заданий на разработку проектных решений по синтезу композиционных материалов с заданным комплексом эксплуатационных характеристик (ПК-7).

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 час.

№ 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	Порошковые прекурсоры для синтеза композиционных материалов	2	1-6	6	-	12	-	15	-	6 / 33,3	1 РК
2	Физико-химические основы технологии композиционных материалов	2	6-12	6	-	12	-	15	-	6 / 33,3	2 РК
3	Технологические процессы получения композиционных материалов различных классов	2	12-17	6	-	12	-	15	-	6 / 33,3	3 РК
Всего		-	-	18	-	36	-	45	-	18 / 33,3	Экзамен

## Содержание разделов дисциплины

### Раздел №1. Порошковые прекурсоры для синтеза композиционных материалов.

#### **Тема №1. Свойства порошков и методы их определения (2 часа).**

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 (2 часа).**

Механические методы. Измельчение твердых металлов. Теория и практика размол 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 (2 часа).**

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 композиционных материалов.

#### **Тема №4. Общая характеристика композиционных материалов (2 часа).**

Основные понятия и определения. Классификация композиционных материалов по морфологии армирующих фаз, по схеме армирования, температурным интервалам работы и в зависимости от материала матрицы. Матричные материалы, используемые при производстве композиционных материалов. Дисперсно-упрочненные, волокнистые, слоистые композиты. Металломатричные композиционные материалы. Требования, предъявляемые к компонентам композиционных материалов. Основные научные школы в области композиционных материалов в России и за рубежом.

#### **Тема №5. Взаимодействие металлических расплавов с армирующими наполнителями (2 часа).**

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 композиционных сплавов. Подавление образования нежелательных фаз.

#### **Тема №6. Формирование физико-механических и эксплуатационных свойств композиционных материалов (2 часа).**

Факторы, определяющие свойства композитов. Влияние поверхности раздела на механические свойства композиционных материалов. Теории прочности и разрушение композитов. Методы определения механических свойств композиционных материалов. Расчет физико-механических характеристик композиционных материалов по свойствам исходных компонентов. Уравнение аддитивности. Закон Гука для изотропных материалов. Упругие деформации. Анизотропия прочности. Модули упругости композиционных материалов. Температурные коэффициенты линейного расширения. Коэффициенты теплопроводности. Удельная электропроводность.

#### **Раздел №3. Технологические процессы получения композиционных материалов различных классов.**

##### **Тема №7. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы (2 часа).**

Классификация дисперсно-упрочненных композитов. Основные принципы выбора армирующих частиц. Получение композитов методами порошковой металлургии. Статическое и динамическое компактирование. Псевдосплавы. Жидкофазные методы экзогенного и эндогенного армирования. Метод механического замешивания частиц в расплав. Метод реакционного синтеза. Свойства и применение дисперсно-упрочненных композиционных материалов. Наноструктурированные композиционные материалы. Эвтектические композиционные материалы.

##### **Тема №8. Волокнистые композиционные материалы (2 часа).**

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

##### **Тема №9. Слоистые композиционные материалы (2 часа).**

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. Алюмостеклопластики. Градиентные композиционные материалы.

#### **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 композиционных материалов методом механического	0,08 / 3

	замешивания	
4	Получение композиционных материалов методом жидкофазного реакционного синтеза	0,08 / 3
5	Получение градиентных композиционных материалов методом центробежного литья	0,08 / 3
6	Изучение литейных свойств композиционных материалов	0,08 / 3

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Более 30% 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	Лабораторные 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 композиционных материалов.
2. Какие требования предъявляются к компонентам композиционных материалов?
3. Что понимается под термодинамической совместимостью компонентов композиционных материалов?
4. Механическая совместимость компонентов композиционных материалов.
5. Смачивание армирующих компонентов матричным расплавом.
6. Физико-химические принципы выбора компонентов композиционных материалов.
7. Термодинамическая оценка взаимодействия компонентов композиционных материалов.
8. Кинетика межфазного взаимодействия в композиционных материалах.
9. Методы улучшения смачиваемости армирующих компонентов матричными расплавами.
10. Механизмы упрочнения различных классов композиционных материалов.
11. Расчет упругих характеристик композиционных материалов по свойствам компонентов.
12. Расчет физических свойств композиционных материалов по свойствам компонентов.
13. Расчет прочности композиционных материалов по свойствам компонентов.
14. Вязкость разрушения композиционных материалов.
15. Применение программного пакета MathCAD в расчетах композиционных материалов 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 литых композиционных материалов, полученных путем механического замешивания?
3. Как скорость вращения импеллера влияет на структуру и свойства получаемых композиционных материалов?
4. Каковы основные этапы технологии получения композиционных материалов 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 композиционных материалов методом жидкофазного реакционного синтеза?
8. Какие факторы влияют на процессы структурообразования при получении композиционных материалов методом жидкофазного реакционного синтеза?
9. Литейные свойства композиционных материалов.
10. Технологические схемы получения волокнистых композиционных материалов.
11. Получение армирующих волокон и нитевидных кристаллов.
12. Непрерывное литье волокнистых композиционных материалов.
13. Каковы основные методы получения наноструктурированных композиционных материалов?
14. Получение слоистых металлополимерных композиционных материалов.
15. Применение композиционных материалов в промышленности.

## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена в виде письменной работы с дальнейшим собеседованием с преподавателем по следующим вопросам:

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 композиционных материалов.
12. Матричные материалы.
13. Роль матрицы и армирующей фазы в композиционных материалах.
14. Поверхностные явления на межфазных границах.
15. Стадии взаимодействия между компонентами композитов.
16. Смачивание и растекание жидких металлов по поверхности твердых материалов.
17. Методы расчета физико-механических свойств композиционных материалов.
18. Классификация методов получения композиционных материалов.
19. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.
20. Основные принципы выбора армирующих частиц.
21. Эвтектические композиционные материалы.
22. Наноструктурированные композиционные материалы.
23. Волокнистые композиционные материалы.
24. Нитевидные кристаллы и короткие волокна.
25. Получение волокнистых композиционных материалов методом пропитки.
26. Слоистые композиционные материалы.
27. Метод механического замешивания частиц в расплав.
28. Основные конструкции установок механического замешивания.
29. Жидкофазный реакционный синтез.
30. Металлополимерные композиционные материалы: получение, свойства и области применения.

### СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Содержание самостоятельной работы студентов	Трудо- емкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма отчетности студента
1	Составление реферативного конспекта и выполнение индивидуального расчетного задания по разделу №1 «Порошковые прекурсоры для синтеза композиционных материалов». Расчет и конструирование пресс-формы для производства порошковых изделий по заданию преподавателя.	15	ОПК-4 ПК-7	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №1 в соответствии с ГОСТ 7.32-2003



2	Составление реферативного конспекта и выполнение индивидуального расчетного задания по разделу №2 «Физико-химические основы технологии композиционных материалов». Вычисление термодинамических характеристик взаимодействия компонентов композиционного материала с использованием пакета MathCAD.	15	ОПК-4 ПК-7	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №2 в соответствии с ГОСТ 7.32-2003
3	Составление реферативного конспекта и выполнение индивидуального расчетного задания по разделу №3 «Технологические процессы получения композиционных материалов различных классов». Выбор компонентов и разработка технологического процесса получения композиционного материала с заданными свойствами по заданию преподавателя.	15	ОПК-4 ПК-7	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №3 в соответствии с ГОСТ 7.32-2003

## 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. (библиотека ВлГУ).
2. Нано- и биокompозиты / Аверус Люк [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 392 с. ISBN 978-5-9963-2914-4. (ЭБС IPRbooks).
3. Капитонов А.М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства / А.М. Капитонов, В.Е. Редькин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 532 с. – ISBN 978-5-7638-2750-7. (ЭБС znanium.com)

### *б) дополнительная литература:*

1. Композиционные материалы на основе силикатов и алюмосиликатов / С.М. Азаров [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Белорусская наука, 2014. – 176 с. ISBN 978-985-08-1732-7. (ЭБС IPRbooks).
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. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы: учебное пособие / Михайлин Ю.А. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 822 с. ISBN 978-5-91703-003-6. (ЭБС IPRbooks).

5. Анчаров А.И. Механокомпозиты - прекурсоры для создания материалов с новыми свойствами / Анчаров А.И., Аульченко В.М., Барина А.П. — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2010. — 424 с. ISBN 978-5-7692-1108-9. (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](http://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, GNU Octave, GNUPlot, SciLab и др.), локальной вычислительной сетью и доступом в Интернет. Лабораторные работы проводятся в форме индивидуально-групповых занятий с использованием современной экспериментально-исследовательской базы. В распоряжении студентов имеется весь спектр необходимого оборудования для получения 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 материалов (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 28.04.01 – Нанотехнологии и микросистемная техника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 сентября 2015 г. №990 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации под №39159 от 5 октября 2015 г.).

Рабочую программу составил:

доцент каф. ТФиКМ \_\_\_\_\_

 Е.С. Прусов

Рецензент:

гл. технолог ООО «КЛИО» \_\_\_\_\_

 Е.В. Середа

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

Протокол № 15 от 12.10.15 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

 В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Протокол № 2А от 13.10.15 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

 Аракмен С.М.

**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 \_\_\_\_\_

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 \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_