

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



\_\_\_\_\_ А.А.Панфилов

« 1 » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Введение в наноинженерию»**

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная, ускоренная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля. (экз./зачет)
4	7, 252	6	8	-	238	зачет с оценкой
Итого	7, 252	6	8	-	238	зачет с оценкой

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Введение в нанотехнологию» направлено на достижение следующих целей ОПОП 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской деятельности</i> , обеспечивающей создание проектов машиностроительных изделий, с учетом внешних и внутренних требований к их производству и качеству.

Развитие нанотехнологии в целом ставит множество задач перед предприятиями по освоению новой техники и рациональному использованию существующей. Данная дисциплина направлена на изучение бакалаврами области и объектов своей профессиональной деятельности.

**Цель дисциплины** – изучить область и объекты своей профессиональной деятельности.

**Виды учебной работы:** лекции, практические занятия. Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой во 4-м семестре.

### Задачи дисциплины

#### Ознакомить студентов:

- с кругом проблем, связанных с инженерной деятельностью в области нанотехнологий;
- убедить студентов в необходимости фундаментальной подготовки по гуманитарным, социально-научным, профессиональным и специальным дисциплинам;
- способствовать более быстрой адаптации студентов-первокурсников к условиям вузовской жизни и психологической подготовке к повседневной самостоятельной работе;
- вооружить студентов знанием научных основ организации и методики учебного труда, обеспечивающим высокое качество усвоения программного материала при оптимальной затрате сил и времени;
- с перспективами развития нанотехнологий, дать представление о новых технологических методах обработки материалов.

При изложении курса наряду с лекциями проводятся посещения лабораторий кафедры и факультета, ознакомление с новейшим оборудованием и средствами вычислительной техники. На лекциях проводятся встречи студентов с преподавателями кафедры.

#### Привить практические навыки и знания:

После изучения дисциплины «Введение в нанотехнологию» студенты должны иметь представление:

- о значении и перспективах развития машиностроения как базовой отрасли народного хозяйства;
- о видах инженерной деятельности и требованиях к выпускникам университета;
- о новых высокоэффективных методах обработки материалов;
- о государственном образовательном стандарте по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».
- об учебном плане, его структуре и блоках научных дисциплин и последовательности их изучения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Введение в нанотехнологию» относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Данная дисциплина является первой в области специальных дисциплин: «Технология машиностроения», «Резание материалов и режущий инструмент», «Физико-химические основы нанотехнологий», и другие, и является базовой для подготовки бакалавров для изучения последующих специальных дисциплин.

Знания в области названных наук необходимы бакалаврам для понимания и полного освоения вновь появившихся сравнительно недавно современных технологических процессов и проблем, возникающих с их использованием в машиностроительном производстве. Подготовка в области специальных дисциплин вооружает бакалавров теоретическими и практическими знаниями объектов исследования и принципов их функционирования.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 15.03.05:

**Р1** (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 15.03.05).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты обучения, согласующиеся с формируемыми компетенциями ОПОП:

способностью применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий (ПК-1):

*знать:* основные преимущества наноматериалов и нанопокровов для их использования в машиностроительных производствах и технологических процессах;

*уметь:* определять проблемные операции существующих технологических процессов и машиностроительных производств для использования в них перспективных наноматериалов и нанопокровов;

*владеть:* доступными методиками разработки технологических процессов, деталей машин и узлов с использованием наноматериалов и нанопокровов;

способностью участвовать в разработке: проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа (ПК-4):

*знать:* ограничения использования наноматериалов и нанопокровов в машиностроительном производстве и технологических процессах;

*уметь:* определять задачи проекта на основе поставленной цели по использованию наноматериалов и нанопокровов в машиностроительном производстве и технологических процессах;

*владеть:* навыками разработки структуры проекта по внедрению наноматериалов и нанопокровов в машиностроительном производстве и технологических процессах.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетные единицы, 252 часа.

№ 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	Основные определения и понятия. Терминология. Мировой и отечественный рынок наноиндустрии. История нанонауки и нанотехнологии. Обзор научных работ и выдающихся открытий в области нанотехнологий.	4		1,5				79		0,75/50%	
2	Современный уровень развития нанотехнологий. Применение нанотехнологий в различных отраслях. Использование нанотехнологий в машиностроении. Проблемы и перспективы развития нанотехнологий в машиностроении.		3	4			80		3,5/50%		
	Ключевые проблемы развития нанотехнологий в России. Общая характеристика развития нанотехнологий в ВУЗе. Виды и методы получения нано-структурированных покрытий и материалов в ВУЗе		1,5	4			79		2,75/50%		
<b>ИТОГО</b>				6	8			238		7/50%	Зачет с оценкой

## **Тематика практических занятий**

Тема 1. Технологии и установки нанесения наноструктурированных покрытий (4 часа).

Тема 3. Методы исследования наночастиц и наноматериалов. УФ-, ИК-, РФЭ-спектроскопия (2 часа).

Тема 4. Методы исследования наночастиц и наноматериалов. Рентгеноспектральный, рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ (2 часа).

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе обучения используются следующие формы образовательных технологий:

- при проведении практических занятий используется проблемный метод, в результате чего обучающиеся знакомятся с поставленными задачами и могут оценить альтернативные варианты их решения;

- экскурсии по лабораториям научного образовательного центра «Нанотехнологии» университета, где установлена и функционирует установки для плазменного напыления износостойкими покрытиями, выпущенные передовыми компаниями РФ и Германии. В ходе экскурсии обучающиеся знакомятся с современными системами и установками для получения покрытий, технологической оснасткой и контрольно-измерительными приборами и организуются встречи обучающихся со специалистами, обслуживающими современное оборудование и выпускающими машиностроительную продукцию.

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

### **Вопросы к зачету с оценкой**

1. Цель и задачи дисциплины «Введение в нанотехнологию».
2. Определения нанотехнологий, нанотехники, нанообъектов, наноструктуры.
3. Размеры нанообъектов. Основные объекты нанотехнологий и применение нанотехнологий в промышленности и машиностроении.
4. Этапы развития нанонауки.
5. Современный уровень развития нанотехнологий.
6. Общие расходы на нанотехнологии в мире.
7. Центры развития нанотехнологий в мире.
8. Примеры применения нанотехнологий в мире.
9. Применение нанотехнологий в различных отраслях.
10. Наноэлектроника и нанофотоника.
11. Наноэнергетика.
12. Нанотехнологии для медицины и биотехнологии.
13. Использование нанотехнологий в машиностроении.
14. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении.
15. Способы получения и применения наноструктурированных покрытий.
16. Проблемы и перспективы развития нанотехнологий в машиностроении.
17. Увеличение ресурса режущих и обрабатывающих инструментов с помощью специальных покрытий и эмульсий.
18. Широкое внедрение нанотехнологических разработок в модернизацию парка высокоточных и прецизионных станков.
19. Создание с использованием нанотехнологий методов измерений и позиционирования.

20. Ключевые проблемы развития нанотехнологий в России.
21. Формирование круга наиболее перспективных их потребителей, которые могут обеспечить максимальную эффективность применения современных достижений.
22. Повышение эффективности применения наноматериалов и нанотехнологий.
23. Разработка новых промышленных технологий получения наноматериалов.
24. Обеспечение перехода от микротехнологий к нанотехнологиям и доведение разработок нанотехнологий до промышленного производства.
25. Общая характеристика и принципы высокоэффективной обработки материалов концентрированными потоками энергии.
26. Новые высокоэффективные методы обработки: электронно-лучевая, лазерная, электроэрозионная,
27. Новые высокоэффективные методы обработки: электроплазменная, электрохимическая обработка,
28. Новые высокоэффективные методы обработки: обработка струей жидкости высокого давления.
29. Перспективы применения новых инструментальных материалов при лезвийной обработке и покрытия инструментов.
30. Виды и методы получения наноструктурированных покрытий.

### **Самостоятельная работа студентов**

Перечень научных проблем и направлений научных исследований:

- механизм образования наноструктур;
- наноструктурные материалы;
- функциональные и конструкционные наноматериалы.

Темы индивидуальных заданий (рефератов):

1. Нанотехнологии, как обязательная составляющая технического прогресса.
2. Наноматериалы – новая возможность повышения эффективности и надежности продукции машиностроения.
3. Фуллерены и нанотрубки. Принципы использования.
4. Молекулярные и фрактальные кластеры. Закономерности развития фрактальных кластеров.
5. Алмазоиды. Возможные области применения.
6. Туннельный сканирующий микроскоп, принцип действия и его возможности.
7. Зондовая микроскопия. Принцип работы зондового микроскопа.
8. Атомно-силовая микроскопия. Основные разновидности атомно-силовых микроскопов.
9. Туннельная микроскопия. принцип работы и ее возможности.
10. Электронная микроскопия (ПЭМ, РЭМ).
11. Спектральные методы исследования состав и структуры нанообъектов.
12. УФ-, ИК-спектроскопия в исследованиях наноматериалов.
13. РФЭ-спектроскопия в исследованиях наноматериалов.
14. Рентгеноспектральный анализ в исследованиях наноматериалов.
15. Рентгенофазовый анализ . в исследованиях наноматериалов
16. Наноматериалы в авиации и космонавтике.
17. Возможности использования наноматериалов и нанотехнологий в медицине.
18. Перспективы развития нанотехнологий
19. Позитивные и негативные последствия применения нанотехнологий.
20. Нанотехнологии и будущие глобальные изменения привычной цивилизации.
21. Философско-методологические проблемы нанотехнологий.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Основная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс] / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. - М.: БИНОМ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323784.html> .
2. Очарование нанотехнологии [Электронный ресурс] / Хартманн У. - М.: БИНОМ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313259.html> .
3. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Головин Ю.И. - М.: Машиностроение, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756628.html> .
4. Малые объекты - большие идеи. Широкий взгляд нанотехнологии [Электронный ресурс] / Генрих Эрлих. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329281.html> .
5. Наномир без формул [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин; под ред. проф. Л.Н. Патрикеева. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2013 - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322602.html>

### б) Дополнительная литература (библиотечная система ВлГУ):

1. Морозов В.В. Нанотехнологии в керамике: монография: в 2 ч. / В.В. Морозов, Э.П. Сысоев; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Владимир: Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010-2011. Ч. 1: Наночастицы [Электронный ресурс]. — Электронные текстовые данные (1 файл: 18,5 Мб). — 2010. — 274 с.: ил. — Заглавие с титула экрана.— ISBN 978-5-9984-0056-8. — <URL:<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3076/1/00687.pdf>>. Ч. 2: Нанопленки, нанопокрyтия, наномембраны, нанотрубки, наностержни, нанопроволока [Электронный ресурс]. — Электронные текстовые данные (1 файл: 24,9 Мб). — 2011. — 167 с.: ил. — В надзаг.: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. — Библиогр.: с. 159-165. — ISBN 978-5-9984-0137-4. — <URL:<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3055/1/00633.pdf>>.
2. Наполовину мертвый кот, или Чем нам грозят нанотехнологии [Электронный ресурс] / С.Б. Тараненко, А.А. Балякин, К.В. Иванов. - М.: БИНОМ, 2013 - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321902.html>.
3. Квантовая физика и нанотехнологии [Электронный ресурс] / Неволин В.К. - Издание 2-е, испр. и доп. - М.: Техносфера, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363615.html>.
4. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. [Электронный ресурс] / Гусев А. И. - 2-е изд., испр., - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105828.html>.
5. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов [Электронный ресурс] / Калюжный С.В.; Под ред. С.В. Калюжного. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112666.html>
6. Беляев, И.В. Информационный каталог современного экспериментального оборудования и научных приборов на базе научно-образовательных организаций и ведущих предприятий Владимирской области / И.В. Беляев, В.А. Кечин, Г.А. Гладкий. — Владимир: Владимирский гос. университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых (ВлГУ), 2011. — 44 с. <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2993/1/00588.pdf>.

### в) Периодические издания:

1. Российские нанотехнологии. — Москва: Парк-медиа.
2. Нанотехнологии: наука и производство: информационно-аналитический журнал. — Москва: Образование плюс.

**г) Интернет-ресурсы:**

<http://window.edu.ru/>

<http://hi-news.ru/tag/nanotexnologii>

<http://www.nanonewsnet.ru/>

<http://nanodigest.ru/>

<http://www.portalnano.ru/>

**Учебно-методические издания**

1. Жданов А.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Введение в наноинженерию» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Жданов А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

2. Жданов А.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Введение в наноинженерию» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Жданов А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

3. Жданов А.В. Оценочные средства по дисциплине «Введение в наноинженерию» для студентов направления 15.03.05 [Электронный ресурс] / сост. Жданов А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

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

1) Портал Центр дистанционного обучения ВлГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

2) Раздел официального сайта ВлГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: Образовательная программа 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=158>

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине «Введение в наноинженерию» предусмотрено использование следующих лабораторий кафедры ТМС, НОЦ АКТПП и НОЦ «Нанотехнологии» ВлГУ

**1. Лаборатория нанодиагностики и фемтосекундной лазерной техники (ауд. 118-4)**

*Краткая характеристика помещения:*

Общая площадь – 102 кв.м (2 этажа). 1 этаж – лабораторное и производственное оборудование (67 кв.м), компьютерный класс на 16 посадочных мест; 2 этаж – вспомогательные помещения, кондиционер. Соответствуют нормам СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.4.3.1186-03, ППБ 01-03, СнпП 21-01-97, СнпП 23-05, НПБ 104-03.

*Оборудование:*

1) Чистая комната:



2) установка фемтосекундная лазерная "упорядоченного наноструктурирования" (РФ):

- имеет 3 рабочих длины волны, ультрафиолет, зеленый, и инфракрасный луч.
- 2 участка обработки (100x100 мм; 20x20 мм с возможностью позиционирования с точностью до 2 нм)
- диаметр пучка около 60 микрон в случае поля 100x100 мм
- диаметр пучка от 0,5 микрон (зависит от используемого объектива)
- возможность обработки и диагностики проводящих, диэлектрических, прозрачных, непрозрачных материалов.

3) зондовая лаборатория "Интегра спектра" (РФ)

4) дифрактометр малоуглового рассеяния SAXESess

6) Многофункциональный планшетный анализатор VICTOR X3 (PerkinElmer)

## **2. Лаборатория рентгеновской диагностики материалов (ауд. 108-4)**

*Краткая характеристика помещения:*

Общая площадь – 175 кв.м (2 этажа). 1 этаж – лабораторное и производственное оборудование, учебный класс (всего 100 кв.м), 2 этаж – рабочие места инженеров-исследователей, лаборатории по анализу функциональных и магнитных материалов (75 кв.м).

*Оборудование:*

1. Рентгеновский дифрактометр Bruker D8 ADVINCE

2. Рентгенофлуоресцентный спектрометр ARL ADVANT X Thermo Scientific (USA)

3. Установка для измерения магнитных свойств магнитотвердых материалов Permagraph-L

4. Анализатор кислорода и азота в металлах и сплавах ELTRA CS-800

5. Анализатор серы и углерода в металлах и сплавах МЕТАВАК-АК

## **3. Лаборатория получения углеродных наноматериалов (ауд.108а-4)**

*Краткая характеристика помещения:*

Общая площадь – 150 кв.м (2 этажа). 1 этаж – лабораторное и производственное оборудование (100 кв.м), 2 этаж – пульт управления установкой, рабочие места инженеров-исследователей (50 кв.м).

*Оборудование:*

установка «Таунит» для получения УНТ, дистиллятор для очистки и смешивания УНТ, шаровая мельница, установка по УЗО, вспомогательное оборудование для очистки УНТ

## **4. Лаборатория 2D- и 3D наноструктурированных покрытий (ауд. 119-4)**

*Краткая характеристика помещения:*

Общая площадь – 102 кв.м (2 этажа). 1 этаж – лабораторное и производственное оборудование (67 кв.м), 2 этаж – учебный класс на 15 посадочных мест (36 кв.м).

*Оборудование:*

1. Установка для нанесения наноструктурированных покрытий UniCoat 600SL+; производитель – РФ, год выпуска - 2008.

Установка для нанесения покрытий методом PVD с максимальной толщиной многослойного сэндвич-покрытия до 20 мкм на весь диапазон используемого концевой инструмента с системой визуализации, управления и термометрирования технологического процесса в течение всего цикла изготовления. Основные типы покрытий: традиционные покрытия – TiN, TiCN, Ti-C:H; 3D-нанокompозитные покрытия; 2D-нанокompозитные покрытия и пленки (в том числе алмазоподобные)- суперлаттики.

2. Стационарная установка для измерения микротвердости HVS 1000, производитель – Тайвань.

Предназначен для измерения микротвердости в том числе и покрытий.

3. Испытательная система на растяжение термокамерой WDW-100.

Жесткость силовой рамы: 100 кН/мм, Наибольшая предельная нагрузка: 100 кН (10 тс); Тип привода: электромеханический, Точность измерения нагрузки:  $\pm 1,0\%$  (по заказу 0,5%), Диапазон измерения нагрузки: 400 Н ~ 100 кН; (0,4%-100% полной шкалы, автоматически переключаемые шкалы), 6 шкал, Разрешение нагрузки: 0,001% FS, Диапазон измерения деформации: 2 – 100%, Точность измерения деформации:  $\pm 1,0\%$ .

3. Установка для нанесения холодных газоплазменных покрытий

4. Установка для для нанесения горячих газодинамических покрытий

5. Калотестер CSM CAT (Модель CAT-S-AE), производитель: CSM (Швейцария).

6. Микрокомбитестер CSM MCT Производитель: CSM (Швейцария).

7. Трибометр CSM (Модель TRB-S-CE-000). Производитель: CSM (Швейцария).

## **6. Центр аддитивных технологий**

*Краткая характеристика помещения:*

Общая площадь – 62 кв.м– лабораторное и производственное оборудование

*Оборудование:*

1. Установка по селективному лазерному спеканию металлических порошков.

Основные технические характеристики: габариты рабочей зоны 250 x 250 x 280 мм; тип и мощность лазера - Волоконный IPG 400 Вт; длина волны - 1070 нм; максимальная скорость сканирования - 7 м/с; толщина слоя - 20-50 мкм; Базовые материалы: нержавеющая сталь; алюминиевый (Al) сплав; титановый (Ti) сплав; жаропрочная сталь (2 вида); никелевый (Ni) сплав; кобальтовый (Co) сплав; Кобальтохромовый (CoCr) сплав.

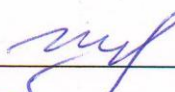
2. Станция регенерации азота

3. Установка для просеивания металлического порошка


4. Муфельная печь для отжига готовых деталей с программируемым циклом нагрева/охлаждения

5. Пескоструйные установки (2 шт) для обработки плит установки и готовых деталей.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

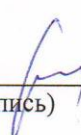
Рабочую программу составил д.т.н., доцент Морозов В.В.   
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):  
ЗАО «Рост-Плюс», генеральный директор

 Заморников А.А. 


(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения  
Протокол № 1 от 1.09.2016 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.   
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Протокол № 1 от 1.09.2016 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.   
(ФИО, подпись)