

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



П Р О Т В Е Р Ж Д А Ю
Проректор
по образовательной деятельности

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

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	8	12	-	232	зачет с оценкой
Итого	7, 252	8	12	-	232	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 нанопокровтий 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		2	4				70	3/50%	
2	Современный уровень развития нанотехнологий. Применение нанотехнологий в различных отраслях. Использование нанотехнологий в машиностроении. Проблемы и перспективы развития нанотехнологий в машиностроении.			3	4				81	3,5/50%	
	Ключевые проблемы развития нанотехнологий в России. Общая характеристика развития нанотехнологий в ВУЗе. Виды и методы получения наноструктурированных покрытий и материалов в ВУЗе				3	4				81	3,5/50%
ИТОГО				8	12				232	10/50%	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 (4 часа).

Тема 4. Методы исследования наночастиц и наноматериалов. Рентгеноспектральный, рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ (4 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, СНИП 21-01-97, СНИП 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 микрометров в случае поля 100x100 мм
- диаметр пучка от 0,5 микрометров (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 METABAK-AK

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.

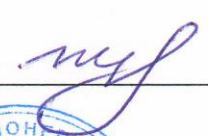
2. Станция регенерации азота

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»

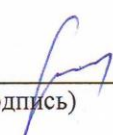
Рабочую программу составил к.т.н., доцент Морозов В.В. 
(ФИО, подпись)

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)