

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Манфилов

« 29 » \_\_\_\_\_ 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В НАНОТЕХНОЛОГИИ»**  
 (НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки 28.03.02 Наноинженерия

Профиль/программа подготовки Инженерные нанотехнологии в машиностроении

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРП, час.	СР, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
4	7, 252	18	36	-	-	171	Экзамен (27ч)
Итого	7, 252	18	36	-	-	171	Экзамен (27ч)

Владимир 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Технологические системы в нанотехнологии» направлено на достижение следующих целей ОПОП 28.03.02 «Наноинженерия»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской и инновационной деятельности</i> в области нанотехнологий и нанодиагностики, в том числе междисциплинарных областях, связанных с выбором необходимых методов исследования, модифицирования существующих и разработки новых технологий исходя из задач конкретного исследования.
Ц2	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской и проектно-технологической деятельности</i> , включающей в себя участие в составе коллектива исполнителей в проведении расчетных и проектных работ при разработке процессов нанотехнологий
Ц3	Подготовка выпускников к <i>владению информационными технологиями</i> , учитывающими современные информационные технологии и программные средства в работах по разработке, производству и контролю качества нанообъектов и изделий на их основе;
Ц4	Подготовка выпускников к эффективному использованию и <i>интеграции знаний в области фундаментальных наук</i> для решения исследовательских и прикладных задач применительно к профессиональной деятельности.
Ц5	Подготовка выпускников к <i>самообучению</i> и освоению новых профессиональных знаний и умений, непрерывному профессиональному <i>самосовершенствованию</i> .

Цель освоения дисциплины «Технологические системы в нанотехнологии» состоит в формировании современных представлений о методах синтеза наночастиц и наноматериалов, способах контролируемого роста получения наночастиц требуемого размера и формы, методах синтеза пленок и покрытий, массивных наноструктурированных и микропористых материалов; технологических систем, обеспечивающих указанные процессы.

Задачи:

- изучить методы синтеза наночастиц и нанопорошков, а также ознакомится с технологическими системами, обеспечивающими данные процессы;
- освоить современные методы получения компактных двумерных и трехмерных наноматериалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологические системы в нанотехнологии» относится к дисциплинам вариативной части по направлению Б1.В.02.

Пререквизиты дисциплины: Физика, Химия, Введение в наноинженерию, Материаловедение наноматериалов и наносистем.

**Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

Наименование дисциплин и обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	Разделы данной дисциплины, которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин	
	4 семестр	
	1	2
<b>Предшествующие дисциплины</b>		
1. Физика.	+	+
2. Химия.	+	+
3. Введение в наноинженерию.	+	+
4. Материаловедение наноматериалов и наносистем.		

Последующие дисциплины		
1. Методы получения наноструктурированных покрытий в машиностроении.		+
2. Основы нанотехнологий в машиностроении.	+	+
3. Оборудование нанотехнологического производства.	+	+
4. Научно-исследовательская работа.	+	+
5. Выпускная квалификационная работа.	+	+

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 28.03.02:

**Р3, Р4, Р6** (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 28.03.02).

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>ПСК-2</i>	<i>частичный</i>	Знать: существующие методы получения компактных двумерных и трехмерных наноматериалов; Уметь: выбирать рациональную технологию синтеза наночастиц и нанопорошков; Владеть: навыками проведения работ по характеристике свойств наноматериалов.

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СР	СРП		
<b>1</b>	<b>Методы синтеза наночастиц и нанопорошков.</b>	<b>4</b>	<b>1-12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>114</b>	<b>-</b>	<b>12 / 50</b>	<b>Рейтинг контроль № 1</b>
1.1	Конденсация паров и газофазный синтез. Плазмохимический синтез.	4	1-2	2	-	-	19	-	1 / 50	
1.2	Осаждение из коллоидных растворов. Химическая конденсация. Пиролиз.	4	3-4	2	-	-	19	-	1 / 50	
1.3	Механохимический синтез. Дезинтеграция.	4	5-6	2	12	-	19	-	7 / 50	
1.4	Детонационный синтез. Электровзрыв.	4	7-8	2	-	-	19	-	1 / 50	
1.5	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.	4	9-10	2	-	-	19	-	1 / 50	<b>Рейтинг контроль № 2</b>
1.6	Термоциклирование вблизи температуры структурных фазовых переходов.	4	11-12	2	-	-	19	-	1 / 50	
<b>2</b>	<b>Получение компактных двумерных и трехмерных наноматериалов.</b>	<b>4</b>	<b>13-18</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>57</b>	<b>-</b>	<b>15 / 50</b>	<b>Рейтинг контроль № 3</b>
2.1	Компактирование нанопорошков. Нанокерамика. Осаждение и напыление на подложку.	4	13-14	2	12	-	19	-	7 / 50	
2.2	Гетероструктуры. Кристаллизация аморфных сплавов. Магнитные наноматериалы.	4	15-16	2	-	-	19	-	1 / 50	
2.3	Интенсивная пластическая деформация. Конструкционные наноматериалы.	4	17-18	2	12	-	19	-	7 / 50	
Наличие в дисциплине КПК/КР		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине				18	36	-	171		27/50%	Экзамен (27ч.)

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Методы синтеза наночастиц и нанопорошков

Тема 1.1. Конденсация паров и газофазный синтез. Плазмохимический синтез.

Содержание темы:

Содержание темы: Физико-химические основы конденсации паров. Модификации газофазного получения наночастиц. Лазерная абляция. Распыление в дуговом разряде. Плазмохимический синтез – материалы и область применения. Модификации плазмохимического получения наночастиц.

Тема 1.2. Осаждение из коллоидных растворов. Химическая конденсация. Пиролиз.

Содержание темы: Метод жидкофазного восстановления из растворов. Золь-гель процесс. Метод гидротермального синтеза. Микроэмульсионный метод. Криогенная сушка. Химическая конденсация. Пиролиз – назначение и материалы.

Тема 1.3. Механохимический синтез. Дезинтеграция.

Содержание темы: технологические схемы. Область применения механохимического синтеза. Особенности использования механохимического синтеза. Материалы. Условия развития трещин при дезинтеграции.

Тема 1.4. Детонационный синтез. Электровзрыв.

Содержание темы: Физические аспекты детонационного синтеза. Синтезируемые материалы. Особенности реализации. Материал, размерность синтезируемых порошков. Производительность и масштабирование методов.

Тема 1.5. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

Содержание темы: Физико-химические аспекты макрокинетических процессов при СВС. СВС экструзия. Особенности использования сдвиговых деформаций при СВС. Керамические материалы получаемые СВС и область их применения.

Тема 1.6. Термоциклирование вблизи температуры структурных фазовых переходов.

Содержание темы: Формирования наноструктуры с помощью атомно-вакансионного упорядочения нестехиометрических соединений. Перспективные материалы.

Раздел 2. Получение компактных двумерных и трехмерных наноматериалов.

Тема 2.1. Компактирование нанопорошков. Нанокерамика. Осаждение и напыление на подложку.

Содержание темы: Высокоскоростной микроволновой нагрев. Ступенчатое контролируемое спекание. Плазмоактивированное спекание. Спекание в вакууме или восстановительных средах. Импульсное электроосаждение. Электрохимический синтез. Анодирование. Метод движущегося растворителя. Эпитаксиальное осаждение. Метод химической сборки.

Тема 2.2. Гетероструктуры. Кристаллизация аморфных сплавов. Магнитные наноматериалы.

Содержание темы: Классификация, области применения и перспективы гетероструктур. Аморфизирующиеся сплавы. Получение аморфной структуры. Технологические схемы. Перспективы использования аморфных сплавов.

Тема 2.3. Интенсивная пластическая деформация. Конструкционные наноматериалы.

Содержание темы: Механические основы интенсивной пластической деформации. Материаловедческие основы ИПД. Структура и физико-механические свойства конструкционных материалов после ИПД.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел 1. Методы синтеза наночастиц и нанопорошков.

Тема 1.1. Конденсация паров и газофазный синтез. Плазмохимический синтез.

Практические занятия не предусмотрены.

Тема 1.2 Осаждение из коллоидных растворов. Химическая конденсация. Пиролиз.

Практические занятия не предусмотрены.

Тема 1.3 Механохимический синтез. Дезинтеграция.

Содержание практических занятий:

Получение механолегированных порошков. Измельчение материалов в вибрационных, вихревых, планетарных и гироскопических мельницах. Измельчение материалов в шаровых мельницах.

Тема 1.4. Детонационный синтез. Электровзрыв.

Практические занятия не предусмотрены.

Тема 1.5. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

Практические занятия не предусмотрены.

Тема 1.6. Термоциклирование вблизи температуры структурных фазовых переходов.

Практические занятия не предусмотрены.

Раздел 2. Получение компактных двумерных и трехмерных наноматериалов

Тема 2.1. Компактирование нанопорошков. Нанокерамика. Осаждение и напыление на подложку.

Содержание практических занятий:

Одноосное статическое прессование. Динамическое прессование. Изостатическое прессование. Ультразвуковое компактирование. газовая экструзия.

Тема 2.2. Гетероструктуры. Кристаллизация аморфных сплавов. Магнитные наноматериалы.

Практические занятия не предусмотрены.

Тема 2.3. Интенсивная пластическая деформация. Конструкционные наноматериалы.

Содержание практических занятий:

Кручение под высоким давлением. Равноканальное угловое прессование. Конформ. Винтовая экструзия.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Технологические системы в нанотехнологии» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №2.3);*
- *Групповая дискуссия (тема №2.1);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема №1.5).*

### Методы активного и практического (экспериментального) обучения

Методы активного обучения применяются с целью вовлечения студентов непосредственно в процесс размышления и решения задач. В активном обучении меньше внимания уделяется пассивной передаче информации и больше – практике управления, применения, анализа и оценки идей. Понимание повышает мотивацию студентов к выполнению задания и формирует навык обучения в течение всей жизни.

Активное обучение трансформируется в практическое (экспериментальное), при котором студенты пробуют себя в смоделированных профессиональных ситуациях, например, выполняя проекты, имитируя или анализируя реальные случаи из инженерной практики.

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

### Вопросы для рейтинг-контроля №1

1. Конденсация паров и газофазный синтез.
2. Плазмохимический синтез.
3. Осаждение из коллоидных растворов.
4. Химическая конденсация.
5. Пиролиз.
6. Механохимический синтез.
7. Дезинтеграция.
8. Получение механолегированных порошков.
9. Измельчение материалов в вибрационных мельницах.
10. Измельчение материалов в вихревых мельницах.
11. Измельчение материалов в планетарных мельницах.
12. Измельчение материалов в гироскопических мельницах.
13. Методы получения нанопорошков и наноматериалов.
14. Структурные и субструктурные особенности, рентгеновская плотность электровзрывных нанопорошков.
15. Структурно-энергетическое состояние нанопорошка алюминия.
16. Измельчение материалов в шаровых мельницах.

### Вопросы для рейтинг-контроля №2

1. Детонационный синтез.
2. Электровзрыв.
3. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
4. Термоциклирование вблизи температуры структурных фазовых переходов.
5. Структурный и размерный факторы в физико-химии малых частиц.
6. Структурное состояние частиц, полученных с помощью электрического взрыва проводников.

7. Избыточная энергия малых частиц и порошков.
8. Методы определения полной удельной поверхности ультрадисперсных сред.
9. Пикнометрические методы определения плотности.
10. Определение насыпной плотности и плотности утряски. Методы измерения текучести.

### **Вопросы для рейтинг-контроля №3**

1. Компактирование нанопорошков.
2. Нанокерамика.
3. Осаждение и напыление на подложку.
4. Гетероструктуры.
5. Кристаллизация аморфных сплавов.
6. Магнитные наноматериалы.
7. Интенсивная пластическая деформация.
8. Конструкционные наноматериалы.
9. Консолидация нанопорошков с применением концентрированных потоков энергии.
10. Методы синтеза аморфных порошков.
11. Влияние интенсивной пластической деформации на структуру и свойства алюминиевых сплавов.

### **Вопросы к экзамену**

1. Конденсация паров и газофазный синтез.
2. Плазмохимический синтез.
3. Осаждение из коллоидных растворов.
4. Химическая конденсация.
5. Пиролиз.
6. Механохимический синтез.
7. Дезинтеграция.
8. Получение механолегированных порошков.
9. Измельчение материалов в вибрационных мельницах.
10. Измельчение материалов в вихревых мельницах.
11. Измельчение материалов в планетарных мельницах.
12. Измельчение материалов в гироскопических мельницах.
13. Методы получения нанопорошков и наноматериалов.
14. Структурные и субструктурные особенности, рентгеновская плотность электровзрывных нанопорошков.
15. Структурно-энергетическое состояние нанопорошка алюминия.
16. Измельчение материалов в шаровых мельницах.
11. Детонационный синтез.
12. Электровзрыв.
13. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
14. Термоциклирование вблизи температуры структурных фазовых переходов.
15. Структурный и размерный факторы в физико-химии малых частиц.
16. Структурное состояние частиц, полученных с помощью электрического взрыва проводников.
17. Избыточная энергия малых частиц и порошков.
18. Методы определения полной удельной поверхности ультрадисперсных сред.
19. Пикнометрические методы определения плотности.
20. Определение насыпной плотности и плотности утряски. Методы измерения текучести.
21. Компактирование нанопорошков.
22. Нанокерамика.



23. Осаждение и напыление на подложку.
24. Гетероструктуры.
25. Кристаллизация аморфных сплавов.
26. Магнитные наноматериалы.
27. Интенсивная пластическая деформация.
28. Конструкционные наноматериалы.
29. Консолидация нанопорошков с применением концентрированных потоков энергии.
30. Методы синтеза аморфных порошков.
31. Влияние интенсивной пластической деформации на структуру и свойства алюминиевых сплавов.

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Для организации самостоятельной работы студентов рекомендуются учебно-методические пособия и указания из основного и дополнительного списка, перечисленные в разделе 7 настоящей рабочей программы.

#### **Основные разделы для самостоятельной работы студентов:**

1. Методы получения нанопорошков и наноматериалов.
2. Структурные и субструктурные особенности, рентгеновская плотность электровзрывных нанопорошков.
3. Структурно-энергетическое состояние нанопорошка алюминия.
4. Структурный и размерный факторы в физико-химии малых частиц.
5. Структурное состояние частиц, полученных с помощью электрического взрыва проводников.
6. Избыточная энергия малых частиц и порошков.
7. Консолидация нанопорошков с применением концентрированных потоков энергии.
8. Методы синтеза аморфных порошков.
9. Влияние интенсивной пластической деформации на структуру и свойства алюминиевых сплавов.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<b>Основная литература*</b>			
1. Композиционные наноматериалы: учебное пособие / Е. А. Сергеева, Ю. А. Тимошина; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. - 152 с.	2017		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222578.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788222578.html</a>
2. Физикохимия керамических, композиционных и наноматериалов: учеб. пособие / Э.М. Никифорова, Р.Г. Еромасов, А.Ф. Шиманский. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. - 156 с.	2016		<a href="http://znanium.com/catalog/product/978676">http://znanium.com/catalog/product/978676</a>
3. Материалы и методы нанотехнологий: Учебное пособие / Ремпель А.А., Валеева А.А., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, 2017. - 136 с.: ISBN 978-5-9765-3225-0.	2018		<a href="http://znanium.com/catalog/product/959235">http://znanium.com/catalog/product/959235</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Основы технологий и применение наноматериалов: Монография / Колмаков А.Г., Баринов С.М., Алымов М.И. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 208 с.: ISBN 978-5-9221-1408-0.	2018		<a href="http://znanium.com/catalog/product/852369">http://znanium.com/catalog/product/852369</a>
2. Морозов В.В. Нанотехнологии в	2018		<a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3076/1/00687.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3076/1/00687.pdf</a> >

<p>керамике:          монография: в 2 ч. /          В.В. Морозов, Э.П.          Сысоев;          Владимирский          государственный          университет (ВлГУ).          — Владимир:          Владимирский          государственный          университет (ВлГУ),          2010-2011. — ISBN          978-5-9984-0075-9. Ч.          1: Наночастицы          [Электронный          ресурс]. —          Электронные          текстовые          данные (1 файл: 18,5          Мб). — 2010. — 274          с.</p>			
<p>З. 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. — ISBN          978-5-          9984-0075-9. Ч. 2:          Нанопленки,          нанопокрyтия,          наномембраны,          нанотрубки,          наностержни,          нанопроволока          [Электронный          ресурс]. —          Электронные          текстовые          данные (1 файл: 24,9          Мб). — 2011. — 167          с.</p>	2017		<a href="http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3055/1/00633.pdf">http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3055/1/00633.pdf</a>

## 7.2. Периодические издания

1. Российские нанотехнологии: научно-технический журнал.
2. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: научно-технический журнал.
3. Неорганические материалы: научно-технический журнал.
4. Металлы: научно-технический журнал.

## 7.3. Интернет-ресурсы

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

<http://www.ru-tech.ru/pub/nano>  
<http://www.ntsр.info/>  
<http://www.nanotech.ru/>  
<http://www.nanonewsnet.ru/>  
<http://nano-info.ru/>  
<http://www.rusnanoforum.ru/>  
<http://www.iacnano.ru/>  
<http://www.nanometer.ru/>  
<http://www.nanoprom.net/>

#### **Учебно-методические издания**

1. Аборкин А.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Технологические системы в нанотехнологии» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Аборкин А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Аборкин А.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Технологические системы в нанотехнологии» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Аборкин А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Аборкин А.В. Оценочные средства по дисциплине «Технологические системы в нанотехнологии» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Аборкин А.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2019. - 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 28.03.02 «Наноинженерия»  
<http://op.vlsu.ru/index.php?id=3518>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине «Технологические системы в нанотехнологии» предусмотрено использование следующих лабораторий кафедры ТМС.

### 1. 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:

- 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 концевоего инструмента с системой визуализации, управления и термометрирования технологического процесса в течение всего цикла изготовления. Основные типы покрытий: традиционные покрытия – TiN, TiCN, Ti-C:N; 3D-нанокompозитные покрытия; 2D-нанокompозитные покрытия и пленки (в том числе алмазоподобные)- суперлаттики.

- Стационарная установка для измерения микротвердости HVS 1000, производитель – Тайвань. Предназначен для измерения микротвердости в том числе и покрытий.

- 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:  $\pm 1,0\%$ .

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

- Микрокомбитестер CSM MCT Производитель: CSM (Швейцария).

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

### 2. Ауд.104-3. Лаборатория электронной микроскопии (входит в состав ЦКП ВлГУ).

Краткая характеристика помещения:

Общая площадь – 52 кв.м., климат-контроль, число посадочных мест – 3.

Оборудование:

сканирующий электронный микроскоп Quanta 200-3D, производитель FEI (Нидерланды). Позволяет производить широкий диапазон метрологических исследований. Имея уникальное поле сканирования до нескольких см, он позволяет, благодаря современной системе фокусировки электронного луча, получать разрешения до 3 нм. Применение данного комплекса дает возможность существенно расширить измерительную линейку аналитической техники.

### 3. Лаборатория зондовой микроскопии (входит в состав ЦКП ВлГУ, ауд.419-3).

Краткая характеристика помещения:

Общая площадь – 52 кв.м., климат-контроль, число посадочных мест – 6.

Оборудование:

сканирующая зондовая нанолаборатория «Интегра Аура», производитель НТ-МДТ (РФ). Уникальный комплексный прибор, реализующий все основные методики AFM (атомно-силовой) сканирующей микроскопии. Дополнительно реализован режим отражательной SNOM (ближнеполевой) микроскопии. Комплекс позволяет проводить измерения в условиях вакуума до 10<sup>-2</sup> Торр, что предоставляет целый ряд преимуществ. Это относится как к повышению чувствительности измерений за счет повышения добротности колебаний кантилевера, так и к возможности проведения измерений без вредного влияния поверхностного адсорбата.

### 4. Лаборатория получения и исследования углеродных нанотрубок (ауд. 108а-4).

Краткая характеристика помещения:

Общая площадь – 102 кв.м (2 этажа). 1 этаж – лабораторное и производственное оборудование (67 кв.м), 2 этаж – исследовательская лаборатория на 6 посадочных мест (36 кв.м).

**Оборудование:**

установка для получения углеродных нанотрубок и волокон «Таунит», производитель – РФ, год выпуска – 2008. Промышленный реактор для получения углеродных нанотрубок, нановолокон в объеме 2000 кг в год. - установка ультразвуковой мойки, производитель УЗ техника (РФ). Предназначена для предварительной очистки и подготовки режущего инструмента к напылению. - диспергатор, производитель УЗ техника (РФ). Предназначен для разделения нанотрубок и нанопорошка и подготовки коллоидных растворов.

## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

### 9.1. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 9.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ОВЗ

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видео-техникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### 9.3. Требования к фонду оценочных средств для лиц с ОВЗ

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные практические работы, вопросы к экзамену, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к экзамену, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно

двигательного аппарата	контрольные работы, письменные практические, самостоятельные работы, вопросы к экзамену	дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные практические, самостоятельные работы, вопросы к экзамену, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **9.4. Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы.

Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 28.03.02 «Наноинженерия»

Рабочую программу составил к.т.н., доцент каф. ТМС Аюмиев А.В.  
(ФИО, подпись)

Рецензент:  
(представитель работодателя) ООО «Конструкторское бюро технологий машиностроения», генеральный директор



Дарсания Р.В.  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения  
Протокол № 1 от 29.08.2019 года

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.03.02 «Наноинженерия»

Протокол № 1 от 29.08.2019 года

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

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.2020 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*ф.и.о., профессор В.В. Морозов*

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 \_\_\_\_\_