

**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.Панфилов

« 02 » \_\_\_\_\_ 09 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕХАНИКА НАНОСИСТЕМ И ТРИБОЛОГИЯ»**

Направление подготовки	28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Профиль/программа подготовки	Нанотехнологии и микросистемная техника
Уровень высшего образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
5	6 / 216	36	36	18	99	Экзамен (27ч)
Итого	6 / 216	36	36	18	99	Экзамен (27ч)

Владимир, 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Механика наносистем и трибология» является ознакомление студентов с понятиями, математическим аппаратом и методами механики сплошных сред и трибологии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Механика наносистем и трибология» относится блоку 1 (обязательная часть) учебного плана подготовки бакалавров и обеспечивает логическую связь, во-первых, между физикой и математикой, применяя математический аппарат к описанию и изучению физических явлений, и, во-вторых, между естественнонаучными дисциплинами и общетехническими и специальными дисциплинами.

Пререквизиты дисциплины:

- физика (раздел механика);
- прикладная механика (напряжения, растяжение (сжатие), кручение изгиб, сложное напряженное состояние);
- уравнения математической физики (основные краевые задачи, постановка и решения).

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ОПК-1 способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и инженерных знаний, методом математического анализа и моделирования	Частичное освоение компетенции	<b>Знать:</b> - законы и принципы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования. <b>Уметь:</b> - использовать физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности. <b>Владеть:</b> - математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности;
ОПК-7 способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники	Частичное освоение компетенции	<b>Знать:</b> - прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, используемые при решении инженерных задач; <b>Уметь:</b> - проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов; <b>Владеть:</b> - методиками организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины;
ПК-1 Способен проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и	Частичное освоение компетенции	<b>Знать:</b> - физические и математические законы и модели физических процессов, лежащих в основе принципов действия объектов нанотехнологии и микросистемной техники; <b>Уметь:</b> - решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы компьютерного

<p>объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий</p>		<p>моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- математическим аппаратом и методами компьютерных технологий для моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единицы, 216 часов.

##### 4.1. Структура дисциплины по разделам и видам учебной работы

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Объём учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
<b>1</b>	<b>МЕХАНИКА НАНОСИСТЕМ</b>	<b>5</b>	<b>1-11</b>	<b>22</b>	<b>36</b>		<b>66</b>	<b>29/50</b>	Рейтинг-контроль №1
1.1	Основные понятия и определения.		1	2			6	1/50	
1.2	Напряжения в координатных площадках.		2	2	4		6	3/50	
1.3	Тензорное представление напряжений.		3	2	4		6	3/50	
1.4	Шаровой тензор и девиатор напряжений.		4	2	4		6	3/50	
1.5	Интегральная характеристика напряженного состояния.		5	2	4		6	3/50	
1.6	Дифференциальные уравнения равновесия.		6	2	4		6	3/50	Рейтинг-контроль №2
1.7	Виды напряженного состояния.		7	2	4		6	3/50	
1.8	Описание движения сплошной среды.		8	2	8		6	5/50	
1.9	Тензорное представление деформаций.		9	2	4		6	3/50	
1.10	Условие совместности деформаций.		10	2			6	1/50	
1.11	Зависимость между напряжениями и деформациями в упругой области.		11	2			6	1/50	
<b>2</b>	<b>ТРИБОЛОГИЯ</b>	<b>5</b>	<b>12-18</b>	<b>14</b>		<b>18</b>	<b>33</b>	<b>16/50</b>	Рейтинг-контроль №3
2.1	Особенности контактирования твердых тел при трении.		12	2			3	1/50	
2.2	Трение твердых тел.		13	2		6	5	4/50	
2.3	Эволюция структуры поверхностного слоя при трении.		14	2		6	5	4/50	
2.4	Виды и характеристики изнашивания.		15	2		6	5	4/50	
2.5	Износостойкость деталей и узлов трения.		16	2			5	1/50	
2.6	Разрушение упрочненных слоев при		17	2			5	1/50	

	тренин.								
2.7	Методы триботехнических испытаний.		18	2			5	1/50	
<b>Всего за 5 семестр</b>				<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>99</b>	<b>45/50</b>	<b>Экзамен (27ч)</b>
<b>Наличие в дисциплине КИ/КР</b>					-				
<b>Итого по дисциплине</b>				<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>99</b>	<b>45/50</b>	<b>Экзамен (27ч)</b>

## 4.2. Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Раздел 1. МЕХАНИКА НАНОСИСТЕМ.

Тема 1.1. Основные понятия и определения.

Основные гипотезы механики наносистем. Внешние силы и напряжения.

Тема 1.2. Напряжения в координатных площадках.

Напряжения в координатных площадках.

Индексация. Правило знаков. Напряженное состояние в точке.

Тема 1.3. Тензорное представление напряжений.

Закон парности касательных напряжений. Тензор напряжений. Главные нормальные напряжения. Инварианты тензора напряжений.

Тема 1.4. Шаровой тензор и девиатор напряжений.

Эллипсоид напряжений. Разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор.

Тема 1.5. Интегральная характеристика напряженного состояния.

Максимальные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений.

Тема 1.6. Дифференциальные уравнения равновесия.

Диаграммы Мора. Дифференциальные уравнения равновесия.

Тема 1.7. Виды напряженного состояния.

Плоское деформированное и плоское напряженное состояние. Приближенные уравнения равновесия.

Тема 1.8. Описание движения сплошной среды.

Описание движения сплошной среды. Переменные Эйлера и Лагранжа. Понятие деформаций. Виды деформаций.

Тема 1.9. Тензор деформаций.

Компоненты перемещений и малых деформаций. Тензор деформаций. Интенсивность деформаций, максимальные сдвиговые и октаэдрические деформации.

Тема 1.10. Условие совместимости деформаций.

Условие совместимости деформаций. Скорость деформации и скорость деформирования.

Тема 1.11. Зависимость между напряжениями и деформациями в упругой области.

Зависимость между напряжениями и деформациями в упругой области. Обобщенный закон Гука.

### Раздел 2. ТРИБОЛОГИЯ.

Тема 2.1. Особенности контактирования твердых тел при трении

Структура твердого тела и его поверхности. Особенности контактирования твердых тел при трении.

Тема 2.2. Трение твердых тел.

Трение скольжение. Трение качение. Тепловые процессы при трении. Сухое трение и граничное трение. Влияние скорости трения и нагрузки на коэффициент трения.

Тема 2.3. Эволюция структуры поверхностного слоя при трении.

Эволюция структуры поверхностного слоя при трении. Динамические процессы при трении.

Тема 2.4. Виды и характеристики изнашивания.

Абразивный износ. Окислительный износ. Усталостный износ. Линейный износ. Интенсивность износа.

Тема 2.5. Износостойкость деталей и узлов трения.

Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения.

Тема 2.6. Разрушение упрочненных слоев при трении.

Особенности разрушения упрочненных слоев при трении.

Тема 2.7. Методы триботехнических испытаний.

Конструкции трибометров, назначение и область применения.

### 4.3. Содержание практических занятий по дисциплине

#### Раздел 1. МЕХАНИКА НАНОСИСТЕМ.

Тема 1.2.

Напряжения на наклонной площадке.

Тема 1.3. Тензорное представление напряжений.

Тензор напряжений.

Тема 1.4. Шаровой тензор и девиатор напряжений.

Разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор.

Тема 1.5. Интегральная характеристика напряженного состояния.

Максимальные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений.

Тема 1.6. Дифференциальные уравнения равновесия.

Дифференциальные уравнения равновесия.

Тема 1.7. Виды напряженного состояния.

Плоское деформированное и плоское напряженное состояние.

Тема 1.8. Описание движения сплошной среды.

Метод линий скольжения. Построение сетки по методу Качанова Л.М.

Тема 1.9. Тензор представление деформаций.

Тензор деформаций.

### 4.4. Содержание лабораторных работ по дисциплине

#### Раздел 2. Раздел 2. ТРИБОЛОГИЯ.

Тема 2.2. Трение твердых тел.

Трение скольжение.

Влияние скорости трения и нагрузки на коэффициент трения.

Тема 2.3. Эволюция структуры поверхностного слоя при трении.

Эволюция структуры поверхностного слоя при трении.

Тема 2.4. Виды и характеристики изнашивания.

Абразивный износ. Окислительный износ. Усталостный износ. Линейный износ. Интенсивность износа.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Механика наносистем и трибология» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применение активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (тема № 1.2, 1.8, 1.11, 2.1, 2.5);

- Анализ ситуаций (тема № 1.3, 1.6, 1.10, 2.2);

- Применение имитационных моделей (тема № 1.1, 1.4, 1.7, 2.7);

- Разбор конкретный ситуаций (тема № 1.5, 1.9, 2.3, 2.4, 2.6).

Мультимедийные технологии применяются при чтении лекций.

Лекции, лабораторные и практические занятия по механике наносистем и трибологии сопровождаются большим количеством примеров прикладных задач. Типовая методика их решения предусматривает анализ и разбор на основе накопленного опыта конкретных ситуаций, которые в профессиональной деятельности обучающихся могут потребовать принятия аналогичных решений.

Метод индивидуального обучения применяется на плановых еженедельных консультациях, при защите расчетно-графических работ и проведении рейтинг-контроля в режиме собеседования.

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

Текущий контроль успеваемости студентов и аттестация по итогам освоения дисциплины осуществляются в соответствии с действующим в ВлГУ положением.

### **6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

Формой текущего контроля успеваемости является рейтинг-контроль. Может проводиться в форме устного опроса и тестирования на практических занятиях, собеседования при защите индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) на консультациях.

#### **Задания и вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. В чем состоит свойство симметрии тензора напряжений?
2. Какие площадки в точке тела называют главными?
3. С какой целью приводят тензор напряжений к диагональному виду?
4. В чем заключается связь инвариантов с видом напряженного состояния?
5. Каким свойством обладают инварианты тензора?
6. Почему нельзя найти напряжения из статических условий?
7. Какое практическое значение имеет второй инвариант девиатора  $D\sigma$ ?
8. Почему условие перехода металла в пластическое состояние представляют в форме девиаторных зависимостей?
9. С каким инвариантом тензора напряжений связывают условие перехода металлов в пластическое состояние?
10. Перечислите основные гипотезы и допущения технологической механики.

#### **Задания и вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. В чем отличие представления Ж.Лагранжа и Л.Эйлера о движении сплошной среды?
2. Как вычислить скорость относительного изменения объема?
3. Что называется интенсивностью скоростей деформаций сдвига?
4. Какие виды деформации характеризуют компоненты тензора скорости деформаций?
5. В чем заключается физический смысл линейного инварианта?
6. Почему девиатор скорости деформаций можно привести к диагональному виду?
7. Какие гипотезы используются при выводе системы уравнений теории упругости?
8. Чем отличаются уравнения связи, записанные по теории упругости и теории течения?
9. В какой форме записывают условие пластичности?
10. Какие уравнения образуют замкнутую систему в теории пластичности?
11. Какие гипотезы используют в теории течения?
12. Почему условие перехода металла в пластическое состояние представляют в форме девиаторных зависимостей?
13. С каким инвариантом тензора напряжений связывают условие перехода металлов в пластическое состояние?
14. Что является предметом изучения в реологии?
15. Какие виды моделей среды принято рассматривать при анализе линейного напряженного состояния?
16. Как влияет скорость деформации на диаграмму напряжения?
17. На каких принципах основывается построение реологических зависимостей?
18. В чем особенности и значение диаграмм пластичности?



19. В чем особенности современной теории деформируемости металлов?
20. Что такое «запас пластичности»?

### **Задания и вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. Этапы развития триботехники.
2. Роль отечественных учёных в развитии триботехники.
3. Сроки службы трущихся деталей машин.
4. Методы и средства трибоиспытаний.
5. Экономические аспекты применения триботехнологий
6. Три категории погрешностей: макрогеометрические отклонения, волнистость поверхности, шероховатость поверхности.
7. Параметры, характеризующие шероховатость поверхности и её обозначение.
8. Технологическое обеспечение параметров поверхностного слоя деталей.
9. Атомный характер дефектов структуры твёрдого тела.
10. Сдвиговой и диффузионный механизм пластической деформации.
11. Структура и свойства поверхностного слоя.
12. Молекулярно-механическая теория трения.
13. Трение качения. Трение скольжения.
14. Основные характеристики трения.
15. Классификация видов трения.
16. Износ. Характеристики износа.
17. Изнашивание. Характеристики изнашивания.
18. Классификация видов изнашивания.
19. Изнашивание при избирательном переносе.
20. Сближение поверхностей при упругом контакте.
21. Сближение поверхностей при пластическом контакте.
22. Расчетные модели изнашивания.

### **6.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (экзамен)**

#### **Вопросы к экзамену**

1. В чем состоит свойство симметрии тензора напряжений?
2. Какие площадки в точке тела называют главными?
3. С какой целью приводят тензор напряжений к диагональному виду?
4. В чем заключается связь инвариантов с видом напряженного состояния?
5. Каким свойством обладают инварианты тензора?
6. Почему нельзя найти напряжения из статических условий?
7. Какое практическое значение имеет второй инвариант девиатора  $D_{\sigma}$ ?
8. Почему условие перехода металла в пластическое состояние представляют в форме девиаторных зависимостей?
9. С каким инвариантом тензора напряжений связывают условие перехода металлов в пластическое состояние?
10. Перечислите основные гипотезы и допущения технологической механики.
11. В чем отличие представления Ж.Лагранжа и Л.Эйлера о движении сплошной среды?
12. Как вычислить скорость относительного изменения объема?
13. Что называется интенсивностью скоростей деформаций сдвига?
14. Какие виды деформации характеризуют компоненты тензора скорости деформаций?
15. В чем заключается физический смысл линейного инварианта?
16. Почему девиатор скорости деформаций можно привести к диагональному виду?
17. Какие гипотезы используются при выводе системы уравнений теории упругости?
18. Чем отличаются уравнения связи, записанные по теории упругости и теории течения?
19. В какой форме записывают условие пластичности?

20. Какие уравнения образуют замкнутую систему в теории пластичности?
21. Какие гипотезы используют в теории течения?
22. Почему условие перехода металла в пластическое состояние представляют в форме девиаторных зависимостей?
23. С каким инвариантом тензора напряжений связывают условие перехода металлов в пластическое состояние?
24. Что является предметом изучения в реологии?
25. Какие виды моделей среды принято рассматривать при анализе линейного напряженного состояния?
26. Как влияет скорость деформации на диаграмму напряжения?
27. На каких принципах основывается построение реологических зависимостей?
28. В чем особенности и значение диаграмм пластичности?
29. В чем особенности современной теории деформируемости металлов?
30. Что такое «запас пластичности»?
31. Этапы развития триботехники.
32. Роль отечественных учёных в развитии триботехники.
33. Сроки службы трущихся деталей машин.
34. Методы и средства трибоиспытаний.
35. Экономические аспекты применения триботехнологий
36. Три категории погрешностей: макрогеометрические отклонения, волнистость поверхности, шероховатость поверхности.
37. Параметры, характеризующие шероховатость поверхности и её обозначение.
38. Технологическое обеспечение параметров поверхностного слоя деталей.
39. Атомный характер дефектов структуры твёрдого тела.
40. Сдвиговой и диффузионный механизм пластической деформации.
41. Структура и свойства поверхностного слоя.
42. Молекулярно-механическая теория трения.
43. Трение качения. 9. Трение скольжения.
44. Основные характеристики трения.
45. Классификация видов трения.
46. Износ. Характеристики износа.
47. Изнашивание. Характеристики изнашивания.
48. Классификация видов изнашивания.
49. Изнашивание при избирательном переносе.
50. Сближение поверхностей при упругом контакте.
51. Сближение поверхностей при пластическом контакте.
52. Расчетные модели изнашивания.

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

Самостоятельная работа, направленная на закрепление и углубление знаний, развития практических умений, формирует у студента способности к самоорганизации и самообразованию, необходимые ему на протяжении всей профессиональной деятельности.

#### **Текущая самостоятельная работа**

Виды работ:

- проработка конспекта лекций и рекомендованной учебной литературы;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- опережающее изучение учебного материала до его изучения на аудиторном занятии;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение контрольных заданий;
- подготовка доклада, презентации, экспоната на научную конференцию.

## Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа

Виды работ:

- подготовка докладов, экспонатов и презентаций на ежегодных студенческих научных конференциях ВлГУ.

### Темы, выносимые на самостоятельную проработку

1. Кривая зависимости между напряжением и деформацией.
2. Влияние гидростатического давления на механические свойства материалов.
3. Влияние скорости деформации. Влияние температуры.
4. Критерий текучести. Поверхность и кривая текучести. Поверхность нагружения.
5. Критерий текучести Треска.
6. Критерий текучести Мизеса.
7. Модели упрочнения.
8. Активное нагружение, нейтральное нагружение и разгрузка.
9. Ассоциированный закон течения.
10. Закон течения в сингулярных точках поверхности нагружения.
11. Деформационная теория пластичности.
12. Принцип максимума Мизеса.
13. Постулат устойчивости Друккера.
14. Граничная задача теории течения.
15. Теоремы единственности.
16. Теорема единственности для жесткопластической модели. Полное решение.
17. Минимальные принципы теории течения.
18. Теория предельного равновесия.
19. Теоремы о приспособляемости.
20. Интегралы Генки вдоль линий скольжения.
21. Этапы развития триботехники.
22. Роль отечественных учёных в развитии триботехники.
23. Сроки службы трущихся деталей машин.
24. Методы и средства трибоиспытаний.
25. Экономические аспекты применения триботехнологий
26. Три категории погрешностей: макрогеометрические отклонения, волнистость поверхности, шероховатость поверхности.
27. Параметры, характеризующие шероховатость поверхности и её обозначение.
28. Технологическое обеспечение параметров поверхностного слоя деталей.
29. Атомный характер дефектов структуры твёрдого тела.
30. Сдвиговой и диффузионный механизм пластической деформации.

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. Теория упругости [Электронный ресурс] / В.В. Новожилов. - 9-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Политехника, 2012.	2012		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509564.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509564.html</a>
Механика процессов пластических сред [Электронный ресурс] / Зубчанинов В.Г. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.	2010		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112352.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112352.html</a>
Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс]: учебное пособие / К.М. Иванов [и др.]; под ред. К.М. Иванова. - СПб.: Политехника, 2011.	2011		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509960.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509960.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
Самогин Ю.Н., Хроматов В.Е., Чирков В.П. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов [Электронный ресурс] - М.: Физматлит, 2012. - 200 с	2012		<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=544799">http://znanium.com/bookread2.php?book=544799</a>
Решение задач теплопроводности методом конечных элементов: метод. указания к решению задач по курсу "Сеточные методы" [Электронный ресурс] / А.В. Котович, И.В. Станкевич; под ред. В.С. Зарубина. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.	2012		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0011.html">http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0011.html</a>

## 7.2. Периодические издания:

1. Известия Российской академии наук. Механика твердого тела.  
<http://mtt.ipmnet.ru/ru/>
2. Прикладная математика и механика. Российской академии наук.  
<http://pmm.ipmnet.ru/ru/>.
3. Трение и износ  
<http://nasb.gov.by/rus/publications/trenie/>
4. Физическая мезомеханика  
<http://ispms.ru/ru/52>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

1. Федеральный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»  
<http://window.edu.ru/window> и <http://window.edu.ru/window/catalog>
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru/>
3. Сайт по механике <http://www.isopromat.ru/> .

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Для проведения занятий по дисциплине «Механика наносистем и трибология» кафедры ТМС ВлГУ располагает необходимым материально-техническим обеспечением:

ауд. 235-2, «Лаборатория жизненного цикла продукции», количество студенческих мест – 15, площадь 52 м<sup>2</sup>, оснащение: компьютерный класс с 15 рабочими станциями Athlon 64 3000+ и Core 2 Quad, с выходом в Internet, на которых установлено лицензионное программное обеспечение необходимое для проведения занятий: математические пакеты Mathcad 14, DEFORM 3D, QFORM 3D, мультимедийное оборудование.

ауд. 119-4, «Лаборатория по изучению физико-механических свойств покрытий», оборудование для триботехнических испытаний конструкционных и функциональных материалов, в том числе и наноструктурированных.

Кроме того, для проведения лекционных занятий используются наборы слайдов и кинофильмы, позволяющие студентам:

- приобрести навыки постановки и решения с помощью ЭВМ краевых задач;
- ознакомиться с экспериментальными и теоретическими методами описания процесса пластического течения и теплофизических процессов при обработке;
- методами триботехнических испытаний.

Рабочую программу составил —  
к.т.н., доцент кафедры ТМС ВлГУ \_\_\_\_\_ А.В. Аборкин

Рецензент

(представитель работодателя)

Директор ООО «Стеллтехника», к.т.н.  
\_\_\_\_\_ / М.Ю. Волков /

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Технология машиностроения»

протокол № 1 от « 29 » 08 20 19 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.В. Морозов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии направления 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

протокол № 1 от « 02 » 09 20 19 года.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ / С.И. Франкель /

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

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 \_\_\_\_\_