

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)

Институт прикладной математики, физики и информатики

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института



К.С. Хорьков

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕХАНИКА НАНОСИСТЕМ И ТРИБОЛОГИЯ

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 28.03.01. Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность (профиль) подготовки Нанотехнологии и микросистемная техника

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задачи дисциплины:

1. ознакомление с научными подходами к моделированию объектов и процессов на базе методов механики сплошных сред;
2. освоение теории и методов, позволяющих строить модели объектов, систем и процессов и судить об их адекватности;
3. ознакомление студентов с основными положениями трибологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Механика наносистем и трибология» относится к обязательной части учебного плана подготовки бакалавров.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций):

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	ОПК-1.1. Знает основные законы естественных наук, методы математического анализа и моделирования, основные законы и методы инженерных дисциплин. ОПК-1.2. Умеет использовать физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности, проводить эксперименты по определению физико-механических свойств неорганических и органических веществ, проводить измерение основных электрических величин, определять параметры и характеристики электрических и электронных устройств. ОПК-1.3. Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.	Знать: методы математического анализа и моделирования, основные законы и методы инженерных дисциплин. Уметь: проводить эксперименты по определению физико-механических свойств неорганических и органических веществ Владеть: математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процесс	Тестовые вопросы
ПК-1. Способен проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нанотехники с использованием современных компьютерных технологий.	ПК-1.1. Знает основные физико-математические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологий и микросистемной техники, а также методов моделирования. ПК-1.2. Умеет проводить моделирование процессов, явлений и объектов в области нанотехнологий и микросистемной техники, в том числе и с использованием современных программных средств. ПК-1.3. Владеет навыками анализа процессов и объектов нанотехнологий и микросистемной техники на основе физико-математического и компьютерного	Знать: основные физико-математические модели процессов, явлений и объектов в области нанотехнологий и микросистемной техники, а также методов моделирования. Уметь: проводить моделирование процессов, явлений и объектов в области нанотехнологий и микросистемной техники, в том числе и с использованием современных	Тестовые вопросы

	моделирования.	программных средств. Владеть: навыками анализа процессов и объектов нанотехнологий и микросистемной техники на основе физико-математического и компьютерного моделирования.	
ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники.	ОПК-7.1. Знает прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, используемые при решении инженерных задач. ОПК-7.2. Умеет проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов. ПК-1.3. Владеет методиками организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины.	Знать: прикладные программы и средства автоматизированного проектирования, используемые при решении инженерных задач. Уметь: проектировать и сопровождать производство технических объектов Владеть: методиками организации работы персонала	Тестовые вопросы

4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 часов.

4.1 Тематический план (форма обучения - очная)

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ	5		12	12	6	6	33	
1.1	Основные гипотезы механики сплошных сред. Внешние силы и напряжения.		1	2	2		1	3	Рейтинг-контроль № 1
1.2	Напряжения в координатных площадках. Индексация. Правило знаков. Напряженное состояние в точке.		2	2	2		1	6	
1.3	Закон парности касательных напряжений. Тензор напряжений. Главные нормальные напряжения. Инварианты тензора напряжений.		3	2	2		1	6	
1.4	Эллипсоид напряжений. Разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор.		4	2	2	2	1	6	
1.5	Максимальные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений.		5	2	2	2	1	6	
1.6	Диаграммы Мора. Дифференциальные уравнения равновесия.		6	2	2	2	1	6	
2	ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ	5		12	12		5	33	Рейтинг-контроль № 2
2.1	Плоское деформированное и плоское напряженное состояние.		7	2			0,5	3	

2.2	Приближенные уравнения равновесия в анализе формоизменяющих операций.		8	2			0,5	6	
2.3	Описание движения сплошной среды. Переменные Эйлера и Лагранжа. Понятие деформаций. Виды деформаций.		9	2			0,5	6	
2.4	Компоненты перемещений и малых деформаций. Тензор деформаций.		10	2	6		1,5	6	
2.5	Интенсивность деформаций, максимальные сдвиговые и октаэдрические деформации.		11	2	6		1,5	6	
2.6	Условие совместимости деформаций. Скорость деформации и скорость деформирования.		12	2			0,5	6	
3	ТРИБОЛОГИЯ	5		12	12	12	7	33	
3.1	Структура твердого тела и его поверхности. Особенности контактирования твердых тел при трении.		13	2	6	3	2	3	Рейтинг-контроль № 3
3.2	Трение твердых тел. Тепловые процессы при трении.		14	2		3	1	6	
3.3	Эволюция структуры поверхностного слоя при трении. Динамические процессы при трении.		15	2		3	1	6	
3.4	Виды и характеристики изнашивания.		16	2	6	3	1,5	6	
3.5	Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения.		17	2	6		1	6	
3.6	Особенности разрушения упрочненных слоев при трении.		18	2			0,5	6	
Всего за 5 семестр:				36	36	18	-	99	Экзамен (27ч)
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине:				36	36	18	-	99	Экзамен (27ч)

4.2 Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ.

Тема 1.1. Основные понятия и определения.

Основные гипотезы механики сплошных сред. 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. Закон парности касательных напряжений.

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

Тема 1.4. Эллипсоид напряжений.

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

Тема 1.5. Максимальные касательные напряжения.

Максимальные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений.

Тема 1.6. Диаграммы Мора.

Диаграммы Мора. Дифференциальные уравнения равновесия.

Раздел 2. ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ.

Тема 2.1. Плоское деформированное и плоское напряженное состояние.

Плоское деформированное и плоское напряженное состояние.

Тема 2.2. Приближенные уравнения равновесия в анализе формоизменяющих операций.

Приближенные уравнения равновесия в анализе формоизменяющих операций.

Тема 2.3. Описание движения сплошной среды.

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

Тема 2.4. Компоненты перемещений и малых деформаций.

Компоненты перемещений и малых деформаций. Тензор деформаций.

Тема 2.5. Интенсивность деформаций, максимальные сдвиговые и октаэдрические деформации.

Интенсивность деформаций, максимальные сдвиговые и октаэдрические деформации.

Тема 2.6. Условие совместимости деформаций.

Условие совместимости деформаций. Скорость деформации и скорость деформирования.

Раздел 3. ТРИБОЛОГИЯ.

Тема 3.1. Структура твердого тела и его поверхности.

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

Тема 3.2. Трение твердых тел.

Трение твердых тел. Тепловые процессы при трении.

Тема 3.3. Эволюция структуры поверхностного слоя при трении.

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

Тема 3.4. Виды и характеристики изнашивания.

Виды и характеристики изнашивания.

Тема 3.5. Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения.

Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения.

Тема 3.6. Особенности разрушения упрочненных слоев при трении.

Особенности разрушения упрочненных слоев при трении.

4.3 Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ.

Тема 1.1. Основные понятия и определения.

Содержание практических занятий:

Тензорное представление напряжений.

Тема 1.2. Напряжения в координатных площадках.

Содержание практических занятий:

Разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор.

Тема 1.3. Закон парности касательных напряжений.

Тема 1.4. Эллипсоид напряжений.

Содержание практических занятий:

Построение эллипсоида напряжений.

Тема 1.5. Максимальные касательные напряжения.

Содержание практических занятий:

Расчет максимальных касательных напряжений, октаэдрических напряжений и интенсивность напряжений.

Тема 1.6. Диаграммы Мора.

Содержание практических занятий:

Построение диаграмм Мора.

Раздел 2. ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ.

Тема 2.4. Компоненты перемещений и малых деформаций.

Содержание практических занятий:

Расчет интенсивности деформаций, максимальных сдвиговых и октаэдрических деформации.

Тема 2.5. Интенсивность деформаций, максимальные сдвиговые и октаэдрические деформации.

Содержание практических занятий:

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

Раздел 3. ТРИБОЛОГИЯ.

Тема 3.1. Структура твердого тела и его поверхности.

Содержание практических занятий:

Математическая постановка краевых задач контактного взаимодействия.

Тема 3.4. Виды и характеристики изнашивания.

Содержание практических занятий:

Типы износа.

Тема 3.5. Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения.

Содержание практических занятий:

Технологические методы повышения износостойкости деталей и узлов трения.

4.4 Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 1. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ.

Тема 1.4. Эллипсоид напряжений.

Содержание практических занятий:

Определение физико-механических свойств материала при растяжении.

Тема 1.5. Максимальные касательные напряжения.

Содержание практических занятий:

Определение прочности на сдвиг.

Тема 1.6. Диаграммы Мора.

Содержание практических занятий:

Определение прочности на сжатие.

Раздел 3. ТРИБОЛОГИЯ.

Тема 3.1. Структура твердого тела и его поверхности.

Содержание практических занятий:

Измерение шероховатости поверхности с помощью профилографа

Тема 3.2. Трение твердых тел.

Содержание практических занятий:

Измерение микротвердости поверхности

Тема 3.3. Эволюция структуры поверхностного слоя при трении.

Содержание практических занятий:

Измерение коэффициента трения в условиях сухого контактного взаимодействия

Тема 3.4. Виды и характеристики изнашивания.

Содержание практических занятий:

Измерение коэффициента трения при использовании смазки

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

5.1 Текущий контроль успеваемости

Проводится трижды в течение учебного семестра в соответствии с "Положением о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов во Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых" в следующие сроки:

- рейтинг-контроль № 1 – 5 – 6 неделя семестра;
- рейтинг-контроль № 2 – 11 – 12 неделя семестра;
- рейтинг-контроль № 3 – 17 - 18 неделя семестра.

Вопросы для рейтинг-контроля №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 механики.

Вопросы для рейтинг-контроля №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»?

Вопросы для рейтинг-контроля №3

1. На каком представлении основывается гипотеза о простом нагружении?
2. В чем отличие изучения стационарных и нестационарных процессов?
3. Какие локальные параметры пластического течения необходимо определить для вычисления напряжений?
4. Какие напряжения вычисляют по установленному полю скоростей?
5. Почему невозможен произвол в выборе уравнения для определения гидростатического давления в области пластического деформирования?
6. Какие условия относятся к граничным условиям 1-го рода?
7. Почему задачу теории теплопроводности называют связанной?
8. Что является причиной появления остаточных напряжений?
9. Какие требования предъявляют к выбору целевой функции при постановке задачи минимизации остаточных напряжений?
10. В чем положительное и отрицательное значение остаточных напряжений?
11. Какие уравнения записывают при постановке задачи расчета остаточных напряжений?

12. В чем состоит сущность вариационного принципа Ж.Лагранжа?
13. Какие уравнения образуют замкнутую систему?
14. Какие особенности метода конечных элементов обуславливают погрешности решения задач механики твердого деформируемого тела?
15. В чем отличие математической постановки задачи в механике твердого деформируемого тела от вариационной постановки?
16. Какое поле называют виртуальным полем скоростей?
17. В чем состоит сущность метода последовательных приближений?
18. На каких допущениях основывается методика решения задачи описания пластических течений с применением начала виртуальных скоростей?

5.2 Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену

1. С какой целью приводят тензор напряжений к диагональному виду?
2. В чем заключается связь инвариантов с видом напряженного состояния?
3. Каким свойством обладают инварианты тензора?
4. Почему нельзя найти напряжения из статических условий?
5. Какое практическое значение имеет второй инвариант девиатора $D\sigma$?
6. В чем заключается физический смысл главных и боковых компонент тензора деформаций?
7. В чем отличие представления Ж.Лагранжа и Л.Эйлера о движении сплошной среды?
8. Как вычислить скорость относительного изменения объема?
9. Что называется интенсивностью скоростей деформаций сдвига?
10. Какие виды деформации характеризуют компоненты тензора скорости деформаций?
11. В чем заключается физический смысл линейного инварианта?
12. Почему девиатор скорости деформаций можно привести к диагональному виду?
13. Какие гипотезы используются при выводе системы уравнений теории упругости?
14. Чем отличаются уравнения связи, записанные по теории упругости и теории течения?
15. В какой форме записывают условие пластичности?
16. Какие уравнения образуют замкнутую систему в теории пластичности?
17. Какие гипотезы используют в теории течения?
18. Почему условие перехода металла в пластическое состояние представляют в форме девиаторных зависимостей?
19. С каким инвариантом тензора напряжений связывают условие перехода металлов в пластическое состояние?
20. Что является предметом изучения в реологии?
21. Какие виды моделей среды принято рассматривать при анализе линейного напряженного состояния?
22. Как влияет скорость деформации на диаграмму напряжения?
23. На каких принципах основывается построение реологических зависимостей?
24. В чем особенности и значение диаграмм пластичности?
25. В чем особенности современной теории деформируемости металлов?
26. Что такое «запас пластичности»?
27. На каком представлении основывается гипотеза о простом нагружении?
28. В чем отличие изучения стационарных и нестационарных процессов?
29. Какие локальные параметры пластического течения необходимо определить для вычисления напряжений?
30. Какие напряжения вычисляют по установленному полю скоростей?
31. Почему невозможен произвол в выборе уравнения для определения гидростатического давления в области пластического деформирования?
32. Какие условия относятся к граничным условиям 1-го рода?
33. Почему задачу теории теплопроводности называют связанной?

34. Что является причиной появления остаточных напряжений?
35. Какие требования предъявляют к выбору целевой функции при постановке задачи минимизации остаточных напряжений?
36. В чем положительное и отрицательное значение остаточных напряжений?
37. Какие уравнения записывают при постановке задачи расчета остаточных напряжений?
38. В чем состоит сущность вариационного принципа Ж.Лагранжа?
39. Какие уравнения образуют замкнутую систему?
40. Какие особенности метода конечных элементов обуславливают погрешности решения задач механики твердого деформируемого тела?
41. В чем отличие математической постановки задачи в механике твердого деформируемого тела от вариационной постановки?
42. Какое поле называют виртуальным полем скоростей?
43. В чем состоит сущность метода последовательных приближений?
44. На каких допущениях основывается методика решения задачи описания пластических течений с применением начала виртуальных скоростей?

5.3 Самостоятельная работа обучающегося

Для организации самостоятельной работы студентов (выполнения курсового проекта, самостоятельной проработки теоретического материала, подготовки по лекционному материалу, подготовки к практическим занятиям) рекомендуются учебно-методические пособия и указания из основного и дополнительного списка, перечисленные в разделе 6 настоящей рабочей программы.

Задания к самостоятельной работе по дисциплине

1. Кривая зависимости между напряжением и деформацией.
2. Влияние гидростатического давления на механические свойства материалов.
3. Влияние скорости деформации. Влияние температуры. Критерий текучести. Поверхность и кривая текучести.
4. Поверхность нагружения.
5. Критерий
6. текучести Треска.
7. Критерий текучести Мизеса.
8. Модели упрочнения.
9. Активное нагружение, нейтральное нагружение и разгрузка.
10. Ассоциированный закон течения.
11. Закон течения в сингулярных точках поверхности нагружения.
12. Деформационная теория пластичности.
13. Принцип максимума Мизеса.
14. Постулат устойчивости Друккера.
15. Граничная задача теории течения.
16. Теоремы единственности.
17. Теорема единственности для жесткопластической модели. Полное решение.
18. Минимальные принципы теории течения.
19. Теория предельного равновесия.
20. Теоремы о приспособляемости.
21. Интегралы Генки вдоль линий скольжения.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Теория упругости [Электронный ресурс] / В.В. Новожилов. - 9-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Политехника, 2012.	2012	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509564.html .
2. Самогин Ю.Н., Хроматов В.Е., Чирков В.П. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов [Электронный ресурс] - М.: Физматлит, 2012. - 200 с	2012	http://znanium.com/bookread2.php?book=544799 .
3. Механика процессов пластических сред [Электронный ресурс] / Зубчанинов В.Г. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. -	2010	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112352.html
Дополнительная литература		
Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс]: учебное пособие / К.М. Иванов [и др.]; под ред. К.М. Иванова. - СПб.: Политехника, 2011. - , 2014.:	2011	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509960.html

6.2. Периодические издания

1. Журнал «Механика твердого тела» <http://mtt.ipmnet.ru/ru/>
2. Журнал «Проблемы прочности и пластичности» <http://ppp.mech.unn.ru/ru>
3. Журнал «Трение и износ» <http://nasb.gov.by/rus/publications/trenie/>
4. Журнал «Физическая мезомеханика» <http://ispms.ru/ru/52>

6.3. 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. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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 м², 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;
- ознакомится 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)

Ведущий инженер ООО „МВ-Морозов“



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»
протокол № 1 от «30» 08 2022 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 30.08.2021 года.

Председатель комиссии С.М. Аракелян

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от «30» 08 2022 года

Заведующий кафедрой С.И. Аракелян

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от « _____ » _____ 20 _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от « _____ » _____ 20 _____ года

Заведующий кафедрой _____