

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 10 » ноября 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Физико-механические основы высоких технологий обработки материалов»**

Направление подготовки 15.04.05. «Конструкторско-технологическое обеспечение машино-  
строительных производств»

Профиль подготовки Физика высоких технологий

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед., час	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	6, 216	18	18		180	Зачет, КП
Итого	6, 216	18	18		180	Зачет, КП

Владимир, 20 15

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Физико-механические основы высоких технологий обработки материалов» направлено на достижение следующих целей ОПОП 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

Код цели	Формулировка цели
Ц1	Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской деятельности</i> в области разработки и эксплуатации машиностроительных производств, объектов и технологий машиностроения, исходя из задач конкретного исследования; к <i>научно-педагогической деятельности</i> , разработке методического обеспечения и применению современных методов и методик преподавания.
Ц2	Подготовка выпускников к <i>проектно-конструкторской деятельности</i> , обеспечивающей создание проектов машиностроительного производства и внедрение технологий изготовления машиностроительных изделий, с учетом внешних и внутренних требований к их производству и качеству, <i>внедрение и эксплуатацию</i> новых материалов, технологий, оборудования, востребованных на региональном, отечественном и зарубежном рынке.
Ц3	Подготовка выпускников к эффективному <i>использованию междисциплинарных знаний</i> в области фундаментальных и прикладных наук для решения исследовательских и производственных задач применительно к профессиональной деятельности; <i>организации сервисно-эксплуатационной деятельности</i> машиностроительных производств.

Целями освоения дисциплины «Физико-механические основы высоких технологий обработки материалов» являются:

- изучение теоретических основ построения, технологий получения конструкционных материалов, в том числе конструкционных наноматериалов и нанокompозитов;
- получение практических навыков работы с приборами зарубежных и отечественных фирм в области оценки физико-механических свойств конструкционных материалов;
- обоснование современных тенденций развития конструкционных материалов и использования конструкционных наноматериалов, нанокompозитов в машиностроении.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физико-механические основы высоких технологий обработки материалов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части и изучается в 3-ем семестре подготовки магистров по направлению 15.04.05 после обязательного прохождения дисциплин «Методы обеспечения качества машиностроительной продукции», «Методология научных исследований в машиностроении», «Информационно-измерительные системы».

Дисциплина является *основной* в конструкторско-технологическом обеспечении современных машиностроительных производств *и базовой* для изучения последующих дисциплин, в том числе для подготовки магистерской диссертации по программе «Физика высоких технологий».

**Целью дисциплины** является базовая подготовка магистров в области совершенствования и закрепления знаний и умений правильно использовать в конкретных условиях различные новые конструкционные материалы: металлы и сплавы, полимеры, керамики и композиты. Это подразумевает освоение и решения ряда взаимосвязанных научно-исследовательских и практических задач.

*Основными задачами дисциплины являются:*

получение теоретических навыков и компетенций в области технологий создания конструкционных материалов, физико-механических основ их получения; основ моделирования нанокompозитов и конструкционных наноматериалов, анализе новых областей использования конструкционных материалов в машиностроении; практических навыков в области физико-механических измерений.

Основной упор в курсе делается на научное направление кафедры «*Технологии машиностроения*», а именно «Многослойные наноструктурированные покрытия и объемные конструкционные наноматериалы в машиностроении».

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

После изучения данной дисциплины студент приобретает знания, умения и опыт, соответствующие результатам ОПОП направления 15.04.05:

P1, P2, P5 (расшифровка результатов обучения приводится в ОПОП направления 15.04.05).

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

способностью разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, участвовать в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения, производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-5):

*знать*: физико-механические основы технологий нанесения покрытий для машиностроительных изделий, а также параметры технологических свойств исходных композиций и эксплуатационных свойств в изделиях основных видов и классов материалов и покрытий, получаемых по различным технологиям, их связь с параметрами состава, структуры;

*уметь*: определять основные физические и механические характеристики конструкционных материалов по свойствам компонентов, их объёмному соотношению, форме, характеру распределения и взаимодействия по границе раздела, определять основные упругие и прочностные характеристики конструкционных материалов с заданной структурой;

*владеть*: основными приемами изменения состава покрытий, с целью формирования заданных эксплуатационных характеристик;

способностью выбирать и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля, диагностики, управления, алгоритмы и программы выбора и расчета параметров технологических процессов, технических и эксплуатационных характеристик машиностроительных производств, а также средства для реализации производственных и технологических процессов изготовления машиностроительной продукции (ПК-6):

*знать*: сравнительные характеристики и возможности новых конструкционных и функциональных материалов, области и перспективы их применения;

*уметь*: проводить расчеты технологических процессов, технических и эксплуатационных характеристик технологических процессов машиностроительных производств;

*владеть*: методами нахождения, поиска и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и свойствам основных видов технологий обработки новых типов конструкционных материалов, их полуфабрикатов и изделий из них;

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с основной образовательной программой магистратуры) (ПК-19):

*знать*: основные виды установок и оборудования, относящегося к реализации и контролю технологий нанесения покрытий;

*уметь*: использовать разработанные методики по анализу свойств различных покрытий с целью проверки их физико-механических и трибологических свойств;

*владеть*: навыками по подготовке установок по нанесению покрытий к работе, проведению технологического процесса нанесения под руководством техника;

способностью организовывать контроль работ по: наладке, настройке, регулировке, опытной проверке, техническому, регламентному, эксплуатационному обслуживанию оборудования, средств и систем машиностроительных производств (ПК-22):

*знать:* основные способы наладки, настройки, регулировке, опытной проверке, техническому, регламентному, эксплуатационному обслуживанию оборудования по нанесению различных покрытий;

*уметь:* использовать разработанные методики по анализу свойств различных покрытий с целью проверки их физико-механических и трибологических свойств;

*владеть:* навыками по подготовке изделий и опытных образцов для проверки качества нанесения покрытий.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел 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		
				Лекции	Консультации	Семинары	Практические	Лабораторные	Контрольные	СРС			КП / КР	
<b>1</b>	<b>Введение, классификация конструктивных материалов (КМ).</b>	3		<b>6</b>			<b>6</b>				<b>54</b>		<b>6 / 50</b>	Рейтинг-контроль №1
1.1	Металлы и сплавы, конструкционные наноматериалы.		1-2	2			2			18		2 / 50		
1.2	Керамики, нанокерамика и стеклообразные материалы.		3-4	2			2			18		2 / 50		
1.3.	Композиты, нанокompозиты и полимеры.		5-6	2			2			18		2 / 50		
<b>2</b>	<b>Физико-механические (ФМ) свойства КМ.</b>	3		<b>6</b>			<b>6</b>				<b>54</b>		<b>6 / 50</b>	Рейтинг-контроль №2
2.1	Модули упругости, пределы текучести, прочности, деформация при разрыве.		7-8	2			2			10		2 / 50		
2.2	Хрупкое и усталостное разрушение и вязкость разрушения.		9-10	2			2			10		2 / 50		
2.3.	Трение и износ, структурный состав.		11-12	2			2			10		2 / 50		
<b>3</b>	<b>ФМ-основы получения новых КМ.</b>	3		<b>6</b>			<b>6</b>				<b>72</b>		<b>6 / 50</b>	Рейтинг-контроль №3
3.1	Получение КМ методами литья.		13-14	2			2			24		2 / 50		
3.2	Получение КМ методами пластической деформации.		15-16	2			2			24		2 / 50		
3.3	Получение КМ порошковым спеканием.		17-18	2			2			24		2 / 50		
<b>Всего</b>				<b>18</b>			<b>18</b>			<b>180</b>	<b>+</b>	<b>18 / 50</b>	<b>Зачет</b>	

## Тематическое содержание курса

*Лекция 1. Введение, классификация конструкционных материалов. Металлы и сплавы, конструкционные наноматериалы.*

Содержание учебных занятий. Конструкционные материалы и их свойства. Выбор материала. Структура металлов. Движущие силы структурных изменений. Кинетика изменения структуры. Легкие сплавы. Углеродистые стали. Легированные стали. Производство, формование и соединение конструкционных наноматериалов.

*Лекция 2. Керамики, нанокерамика и стеклообразные материалы.*

Керамические материалы и стекло. (Типы керамических материалов и стекла. Керамические композиты. Сведения о керамических материалах). Структура керамических материалов. Механические свойства керамических материалов. Производство, формование и соединение керамических материалов. Цемент и бетон.

*Лекция 3. Композиты, нанокompозиты и полимеры.*

Волокнистые, дисперсно-наполненные и вспененные композиты. Композиты и нанокompозиты с металлической матрицей. Композиты с полимерной и углеродной матрицами. Волокнистые армирующие элементы. Структурная механика композитов. Древесина.

Классы полимеров. Структура полимеров. (Длина молекул и степень полимеризации. Структура молекул. Упаковка молекул полимеров и стеклование). Механические свойства полимеров. (Влияние времени и температуры на модуль упругости. Прочность. Холодная вытяжка и трещины серебра.). Производство, формование и соединение полимерных материалов. (Синтез полимеров. Полимерные смеси. Формование полимеров. Соединение полимеров.).

*Лекция 4. Модули упругости, пределы текучести, прочности, деформация при разрыве.*

Модули упругости (Связь между атомами. Упаковка атомов в твердых телах. Физическая природа жесткости. Методы упрочнения и пластичность поликристаллических материалов) Предел текучести, предел прочности и деформация при разрыве (Дислокации и деформирование кристаллов. Методы упрочнения и пластичность поликристаллических материалов. Пластическое течение сплошной среды. Примеры учета текучести материалов при конструировании.).

*Лекция 5. Хрупкое и усталостное разрушение и вязкость разрушения.*

Хрупкое разрушение и вязкость разрушения (Микромеханизмы хрупкого разрушения. Вероятностное разрушение хрупких материалов). Усталостное разрушение (Механизмы усталостного распространения трещины. Учет усталости при конструировании. Примеры усталостного разрушения.). Ползучесть и разрушение (Кинетическая теория диффузии. Механизмы ползучести и материалы, стойкие к ползучести).

*Лекция 6. Трение и износ, структурный состав КМ.*

Окисление и коррозия. (Окисление материалов. Примеры сухого окисления. Коррозия материалов под действием влаги. Примеры проектирования деталей, работающих во влажных условиях.). Трение и износ. (Трение между материалами. Износ материалов. Требования к поверхностным и объемным свойствам. Примеры трения и износа.).

*Лекция 7. Получение КМ методами литья.*

Диффузионные процессы в металле. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации. Процесс плавления и кристаллизации. Энергетические условия процесса кристаллизации. Форма кристаллических образований. Строение слитка. Закалка из жидкого состояния. Аморфизация сплавов. Металлические сплавы и диаграммы состояния. Характеристика основных фаз в сплавах. Механическая смесь, химическое соединение, твердый раствор. Металлическое соединение электронные соединения. Фазы внедрения. Фазы Лавеса. Сигма – фазы. Термодинамический анализ металлических сплавов и построение диаграмм состояний. Построение диаграмм состояний аналитическим методом. Правило фаз и правило рычага. Экспериментальные методы построения диаграмм состояний и анализ их основных типов. Связь между диаграммами состояния и свойствами сплавов (правило Курнакова). Диаграмма железо – углерод. Основы металлургического производства. Структура металлургического производства и его продукция. Материалы для производства металлов и

сплавов. Производство чугуна. Доменное производство, выплавка чугуна. Производство стали. Мартеновский процесс. Производство стали в конверторах и электропечах. Комбинированные способы производства стали. Разливка стали. Строение стального слитка. Производство цветных металлов: меди, алюминия, магния, титана.

*Лекция 8. Получение КМ методами пластической деформации.*

Пластическая деформация, влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Упругая и пластическая деформация. Диаграммы деформации. Пластичное и хрупкое состояние металлов. Усталость металлов. Остаточное напряжение. Влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла. Рекристаллизация. Процесс прокатки. Производство проката, листов, профилей, труб. Волочение и прессование металла. Ковка и штамповка. Обработка давлением Методы интенсивной пластической деформации для получения наноматериалов.

*Лекция 9. Получение КМ порошковым спеканием.*

Основы порошковой металлургии. Способы получения и технологические свойства порошков. Характеристика порошковых материалов. Приготовление смеси и формообразование заготовок. Спекание и обработка. Структурообразование и физика прочности.

### Тематика практических работ

Практическая работа №1. Изучение классификации металлов и сплавов.

Практическая работа №2. Изучение процесса выплавки сплавов в доменной печи.

Практическая работа № 3. Изготовление литейной формы для литья в песчаные формы.

Практическая работа № 4. Проектирование отливки.

Практическая работа № 5. Изучение процесса получения заготовки штамповкой.

Практическая работа №6. Определение модулей упругости композиционных материалов.

Практическая работа №7. Определение трибологических характеристик композиционных материалов.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для лекционных занятий:

мультимедийные материалы с использованием анимационных решений для демонстрации отдельных разделов курса.

Для практических работ:

компьютерные симуляция процессов получения композиционных материалов, устройств установок и др.

Ниже приводится описание образовательных технологий, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения дисциплины. Специфика сочетания методов и форм организации обучения отражается в матрице (см. табл 2). Перечень методов обучения и форм организации обучения может быть расширен.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах – составляет 50% аудиторных занятий.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО	Лекции	Практические работы.	СРС	КП.
Методы				
IT-методы				
Работа в команде	*	*	*	
Case-study				
Игра		*	*	
Методы проблемного обучения.	*	*		

Обучение на основе опыта	*		*	
Опережающая самостоятельная работа				
Проектный метод				
Поисковый метод		*	*	
Исследовательский метод		*		
Другие методы			*	

\* - Тренинг, \*\* - Мастер-класс

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

### Вопросы для текущего контроля успеваемости

1. Назовите современные тенденции в формировании структурно-фазового состава углеродистых и легированных сталей, легких сплавов для обеспечения заданного уровня свойств?
2. Связь между атомами.
3. Упаковка атомов в твердых телах.
4. Физическая природа жесткости.
5. Методы упрочнения и пластичность поликристаллических материалов.
6. Что такое композиты, и на какие группы они делятся?
7. Композиты с металлической матрицей.
8. Композиты с полимерной и углеродной матрицами.
9. Волокнистые армирующие элементы.
10. Структурная механика композитов.
11. Микромеханизмы хрупкого разрушения. Вероятностное разрушение хрупких материалов.
12. Назовите типы керамических материалов и стекла.
13. Механические свойства керамических материалов.
14. Структура керамических материалов.
15. Назовите основные классы полимеров?
16. Структура полимеров. (Длина молекул и степень полимеризации. Структура молекул. Упаковка молекул полимеров и стеклование).
17. Механические свойства полимеров. (Влияние времени и температуры на модуль упругости. Прочность. Холодная вытяжка и трещины серебра.).
18. Производство, формование и соединение полимерных материалов. (Синтез полимеров. Полимерные смеси. Формование полимеров. Соединение полимеров.).
19. Усталостное разрушение (Механизмы усталостного распространения трещины. Учет усталости при конструировании. Примеры усталостного разрушения.).
20. Ползучесть и разрушение (Кинетическая теория диффузии. Механизмы ползучести и материалы, стойкие к ползучести. Разработка лопасти турбины, стойкой к ползучести.).
21. Окисление и коррозия. (Окисление материалов. Примеры сухого окисления. Коррозия материалов под действием влаги. Примеры проектирования деталей, работающих во влажных условиях.).
22. Трение и износ. (Трение между материалами. Износ материалов. Требования к поверхностным и объемным свойствам. Примеры трения и износа.).

*Вопросы к зачету*

1. В чем отличие аморфных тел от кристаллических?
2. Чем твердое тело отличается от жидкостей и газов?
3. Какие тела называются аморфными и почему?
4. Какие вещества могут быть твердыми?
5. Что такое элементарная кристаллическая решетка?
6. Перечислите основные типы кристаллических решеток.
7. Какие типы кристаллических решеток могут быть базоцентрированными?
8. Какие типы кристаллических решеток могут быть гранецентрированными?
9. Какие типы кристаллических решеток могут быть объемцентрированными?
10. Перечислите типы связей в кристаллических решетках.
11. Какие типы связей наиболее сильные?
12. Какие типы связей наиболее слабые?
13. Что такое анизотропия и чем она обусловлена?
14. Почему большинство веществ являются поликристаллическими?
15. Перечислите дефекты кристаллической решетки.
16. Что такое нульмерные дефекты кристаллической решетки?
17. Какие дефекты кристаллической решетки называются дислокациями?
18. От чего зависит концентрация дефектов в кристалле?
19. Что такое индексы Миллера?
20. Что такое полиморфизм и чем он обусловлен?
21. Что такое интерметаллическое соединение?
22. В чем отличие аморфных тел от кристаллических?
23. Что такое анизотропия и чем она обусловлена?
24. Что такое полиморфизм и чем он обусловлен?
25. Этапы кристаллизации. Степень переохлаждения.
26. Правило Гиббса.
27. Чем твердое тело отличается от жидкостей и газов?
28. Кристаллографическая плоскость?
29. Зависимость прочности от плотности дислокаций.
30. Строение металлического слитка.
31. Твердые растворы. Их типы.
32. Какие тела называются аморфными и почему?
33. Что такое индексы Миллера?
34. Необходимое условие кристаллизации.
35. Условия получения мелкозернистой структуры.
36. Механическая смесь.
37. Что такое элементарная кристаллическая ячейка? Перечислите основные типы кристаллических решеток.
38. Дефекты кристаллической решетки.
39. Теоретическая и фактическая температуры кристаллизации.
40. Сплав.
41. Диаграмма состояния. Ликвидус. Солидус.
42. Назовите три основных пути повышения коррозионной стойкости металлов и сплавов в воде.
43. Железо. Осн. свойства.
44. Эвтектика системы железо-цементит.
45. Отжиг.
46. Закалка ТВЧ.
47. Твердость
48. Напряжение

49. Титан. Свойства. Сплавы.
50. Цементит.
51. Закалка.
52. Наклеп.
53. Предел текучести
54. Газопламенная закалка.
55. Методы измерения твердости.
56. Технологические свойства
57. Феррит.
58. Отпуск.
59. Старение.
60. Пластичность
61. Предел упругости
62. Эксплуатационные свойства.
63. Магний. Свойства. Сплавы.
64. Аустенит.
65. Термомеханическая обработка.
66. Предел пропорциональности.
67. Вязкость
68. Поверхностное упрочнение стальных деталей.
69. Алюминий. Свойства. Сплавы.
70. Эвтектоид системы железо-цементит.
71. Мартенсит.
72. Виды поверхностного упрочнения стальных деталей.
73. Предел прочности.
74. Деформация
75. Хладоломкость
76. Ударная вязкость
77. Медь. Свойства. Сплавы.

### **Самостоятельная работа студентов**

*Темы для написания рефератов:*

1. Технологии упрочнения материалов и сплавов.
2. Порошковые материалы.
3. Алюминий и сплавы на его основе.
4. Многокомпонентные сплавы на основе меди.
5. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.
6. Инструментальные стали и сплавы.
7. Применение магнитных материалов в науке и промышленности.
8. Углеродистые стали и сплавы.
9. Нанесение специальных покрытий на металлы.
10. Жаропрочные стали и сплавы.
11. Радиационные дефекты в кристаллах.
12. Надежность в машиностроении.
13. Коррозионно-стойкие стали и сплавы.
14. Методы исследования внутреннего строения материалов.
15. Способы термической обработки материалов.
16. Композиционные материалы.
17. Свойства и характеристики магнитных материалов.
18. Получение магнитных материалов.
19. Конструкционные материалы активной зоны ядерного реактора.
20. Экологические вопросы захоронения ядерных отходов.

21. Электротехнические материалы.
22. Ядерная энергетика России: перспективы развития.
23. Легирование полупроводников с использованием ядерных реакций и ионных пучков.
24. Основные свойства металлов.
25. Топливные элементы ядерных реакторов.
26. Технология материалов электронной техники.
27. Диэлектрические материалы.
28. Классификация проводниковых материалов.
29. Цветные металлы и сплавы в радиоэлектронике.
30. Основные свойства полупроводников.
31. Примеси в полупроводниках и диэлектриках.
32. Технология изготовления полупроводниковых материалов.
33. Свойства и применение диэлектриков.
34. Надежность в приборостроении.
35. Радиационная стойкость материалов электронной техники.
36. Цирконий и сплавы на его основе.
37. Способы механической обработки металлов.
38. Северская АЭС. Перспективы развития региона.
39. Конструкционные элементы активной зоны ЯР.
40. Теплоносители ЯР на быстрых нейтронах.
41. ТВЭЛы высокотемпературных ЯР.

### **Курсовой проект**

Тематика курсового проекта может быть предложена преподавателем или определена самим студентом (совместно с руководителем) по теме магистерской диссертации. Темы курсовых проектов могут быть выбраны исходя из практики сквозного курсового проектирования, а также в соответствии с госбюджетными или хоздоговорными НИОКР, проводимыми на кафедре, и являться их первоначальным этапом. Рекомендуемые темы КП могут быть следующими:

1. Исследование физико-механических свойств современного режущего инструмента (с нитридными покрытиями и без них).
2. Исследование трибологических характеристик конструкционных материалов винтовых передач качения.
3. Анализ технологического процесса получения мезо- и нано-структур методами интенсивной пластической деформации.
4. Разработка технологического процесса литья алюминиевых сплавов с наложением давления.
5. Исследование процесса прокатки (волочения) цветных металлов и сплавов с использованием САЕ-систем.
6. САЕ-анализ процесса литья пластмасс в пресс-формы для литья под давлением с использованием пакета MoldFlow.
7. Сравнительный анализ свойств болтов и крепежных элементов для ответственных узлов.
8. Исследование прочности ходовых винтов приводов авиационной техники.
9. Анализ износа винтовых передач скольжения.
10. Долговечность исполнительных механизмов приводов медицинской техники.
11. Новые сверхлегкие сплавы для машиностроения (авиации, автомобилестроения).
12. Жаростойкие сплавы в самолетостроении.
13. Жаропрочные сплавы в самолетостроении.
14. Сплавы с эффектом памяти формы.
15. Штамповые стали для холодного деформирования.
16. Штамповые стали для горячего деформирования.

17. Конструкционные стали в самолетостроении.
18. Нержавеющие стали.
19. Мартенситностареющие стали.
20. Свариваемые конструкционные материалы.
21. Высокопрочные алюминиевые сплавы.
22. Силумины в самолетостроении.
23. Спеченные алюминиевые порошки и сплавы.
24. Влияние легирующих элементов на свойства алюминиево-литиевых сплавов.
25. Термическая и термомеханическая обработка алюминиево-литиевых сплавов.
26. Деформируемые магниевые сплавы в самолетостроении.
27. Литейные магниевые сплавы.
28. Деформируемые титановые сплавы в самолетостроении.
29. Титановые сплавы для фасонного литья.
30. Медные сплавы в самолетостроении.
31. Материалы для остекления самолетов и вертолетов.
32. Композиционные материалы на полимерной матрице, применяемые в самолетостроении.
33. Композиционные материалы на металлической основе.
34. Теплозащитные материалы в самолетостроении.
35. Изготовление крупногабаритных изделий из стеклопластиков.
36. Конструкционные клеи в самолетостроении.
37. Клеесварные соединения.
38. Сварка и склеивание пластмасс.
39. Синтетические эластомеры и резины в самолетостроении.
40. Полимерные пленки в самолетостроении (автомобилестроении, медицинской технике).
41. Пенопласты и поропласты в самолетостроении(автомобилестроении).
42. Электротехнические материалы в самолетостроении (автомобилестроении, медицинской технике).
43. Термопластические/термореактивные пластмассы в самолетостроении (автомобилестроении, медицинской технике).
44. Сотовые конструкции из неметаллических материалов
45. Модификация и упрочнение полимеров.
46. Коррозия различных материалов и способы защиты от коррозии.
47. Лакокрасочные материалы и покрытия, применяемые в самолетостроении.
48. Пластичность и сверхпластичность авиационных материалов.
49. Al-Li сплавы и повышение летно-технических характеристик самолета.
50. Уменьшение трения и изнашивания материалов использованием технологий ионной имплантации и легирования.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

*а) основная литература (электронно-библиотечная система ВлГУ):*

1. Технология конструкционных материалов: Учеб. пос. / В.Л.Тимофеев, В.П.Глухов и др.; Под общ. ред. проф. В.Л.Тимофеева - 3-е изд., испр. и доп. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2014-272с.: 60x90 1/16 - (Высш. образ.: Бакалавр.). (п) ISBN 978-5-16-004749-2. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=428228>.
2. Технология металлов и других конструкционных материалов: Учебник для техникумов/ В. М. Никифоров. - 10-е изд., стер. - СПб.: Политехника, 2015. - 382 с: ил. - ISBN 978-5-7325-0959-5. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509595.html>.

3. Технология конструкционных материалов: учебное пособие для вузов / Под ред. М.А. Шатерина. - СПб.: Политехника, 2012. - 596 с.: ил. - ISBN 5-7325-0734-5. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732507345.html>.
4. Основы получения отливок из сплавов на основе железа [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. И. Булгакова, Т. Р. Гильманшина, В. Н. Баранов, Т. Н. Степанова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 220 с. - ISBN 978-5-7638-2926-6. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=507978>.
5. Чернышов Е.А. Технология литейного производства: Учеб. пособие / Е.А. Чернышов, А.А. Евлампиев. - М.: Абрис, 2012. - 383 с.: ил. - ISBN 978-5-4372-0083-4. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200834.html>.

*б) дополнительная литература (электронно-библиотечная система ВлГУ):*

1. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Головин Ю.И. - М.: Машиностроение, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942756628.html>.
2. Металловедение тугоплавких металлов и сплавов на их основе: учеб. пособие для вузов. - М.: Машиностроение, 2013. - 156 с., ил. - ISBN 978-5-94275-720-5. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942757205.html>.
3. Материаловедение и технология материалов: Учебное пособие / К.А. Батышев, В.И. Безпалько; Под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 288 с.: ISBN 978-5-16-004821-5. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501517>.
4. 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. 1: Наночастицы [Электронный ресурс]. — Электронные текстовые данные (1 файл: 18,5 Мб). — 2010. — 274 с.: ил. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 262-269. — Свободный доступ. — Adobe Acrobat Reader 4.0. — ISBN 978-5-9984-0056-8. — [URL:http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3076/1/00687.pdf](http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3076/1/00687.pdf).
5. 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, нанопокртия, 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. — Заглавие с титула экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Библиогр.: с. 159-165. — Свободный доступ в электронных читальных залах библиотеки. — Adobe Acrobat Reader. — ISBN 978-5-9984-0137-4. — [URL:http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3055/1/00633.pdf](http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/3055/1/00633.pdf).
6. Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс]: монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с. - ISBN 978-5-7638-2750-7. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=492077>.

*в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы*

<a href="http://www.portalnano.ru/">http://www.portalnano.ru/</a>	<a href="http://www.ru-tech.ru/pub/nano">http://www.ru-tech.ru/pub/nano</a>
<a href="http://www.ntsр.info/">http://www.ntsр.info/</a>	<a href="http://www.nanotech.ru/">http://www.nanotech.ru/</a>
<a href="http://www.nanonewsnet.ru/">http://www.nanonewsnet.ru/</a>	<a href="http://nano-info.ru/">http://nano-info.ru/</a>
<a href="http://www.rusnanoforum.ru/">http://www.rusnanoforum.ru/</a>	<a href="http://www.iacnano.ru/">http://www.iacnano.ru/</a>
<a href="http://www.nanometer.ru/">http://www.nanometer.ru/</a>	<a href="http://www.nanoprom.net/">http://www.nanoprom.net/</a>
<a href="http://www.rusnano.com">www.rusnano.com</a>	<a href="http://www.nanobusiness.fi/">http://www.nanobusiness.fi/</a>

## Учебно-методические издания

1. Шинаков И.В. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Физико-механические основы высоких технологий обработки материалов» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Шинаков И.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Шинаков И.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Физико-механические основы высоких технологий обработки материалов» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Шинаков И.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Шинаков И.В. Методические рекомендации к выполнению курсового проекта по дисциплине «Физико-механические основы высоких технологий обработки материалов» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Шинаков И.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2016. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
4. Шинаков И.В. Оценочные средства по дисциплине «Физико-механические основы высоких технологий обработки материалов» для студентов направления 15.04.05 [Электронный ресурс] / сост. Шинаков И.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 Образовательная программа 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» <http://op.vlsu.ru/index.php?id=56>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине предусмотрено использование следующих лабораторий кафедры ТМС:

### 1. Лаборатория высокоэффективных методов обработки материалов (ауд.123-2)

*Краткая характеристика помещения:*

Общая площадь – 102 кв.м. 1 этаж – лабораторное и производственное оборудование (67 кв.м), учебный интерактивный класс на 12 посадочных мест (36 кв.м). 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:*

виртуальная лаборатория Parametric Technologies Corporation (3D Stereo Unit 1400x3000 на базе Arbyte CADStation WS 620 (15 мест)),

шестиосевой координатно-измерительный манипулятор CimCore Infinite 5012;

система трехмерной оцифровки Breuckmann optoTOP-HE - ауд.123-2;

пятиосевой вертикальный обрабатывающий фрезерный центр повышенной точности QUASER MV204U (на базе NC HEIDENHAIN 530) со скоростью вращения шпинделя 15 тыс. мин<sup>-1</sup> с дополнительной скоростной головкой 90 тыс. мин<sup>-1</sup>;

токарно-фрезерный станок EMCO CONCEPT TURN 155 с эмуляторами 11 стоек с ЧПУ (FANUC 21F, SIEMENS SINUMERIC 820/840D, HEIDENHAIN TNT 230);

трехосевой вертикально-фрезерный станок HAAS TM1-NE (на базе NC FANUC) со скоростью вращения шпинделя 4,5 тыс. мин<sup>-1</sup> с дополнительной скоростной головкой 20 тыс. мин<sup>-1</sup>;

- токарный станок АТПУ 125 (на базе NC SIEMENS SINUMERIC 802D);
- пятиосевой заточной станок для осевого инструмента Sebit WS54;
- четырёхосевой эрозионный прошивной станок CHMER CM-A53C + 75N;
- пятиосевой эрозионный вырезной станок Mitsubishi BA-8;
- лазерно-вырезной комплекс;
- лазерный комплекс для термоупрочнения; -

## **2. Лаборатория физического моделирования и экспериментальных исследований наукоемких объектов и технологий на базе инструментов National Instruments и программного комплекса LabView (ауд.234-2) в составе**

- компьютерный класс (15 рабочих станций Athlon64 с лицензионным программно-аппаратным комплексом LabVIEW 9.0 и программным обеспечением - CVI, CVI Run-Time, DIAdem CLIP, DIAdem CLIP-INSIGHT Player, DIAdem INSIGHT, IVI Compliance Package, LabVIEW, LabVIEW Run-Time 7.0, 7.1, 8.0, Measurement & Automation Explorer, Measurement Studio for VS2003, NI Script Editor, NI SignalExpress, NI Spy, NI-488.2, NI-DAQmx, NI-DMM, NI-FGEN, NI-HSDIO, NI-HWS, NI-PAL, NI-SCOPE, NI-SWITCH, NI-TCik, NI-USI, NI-VISA, Traditional NI-DAQ, VI Logger);

- набор аппаратно-программного обеспечения для сбора данных,

- набор аппаратно-программного обеспечения NI Motion для обеспечения связи с разнообразными датчиками и контроллерами движения.

- набор аппаратно-программного обеспечения NI Sound(Vibro) для измерения аудио сигналов и вибраций.

- специализированные лабораторные стенды для исследования мехатронных систем и компонентов (разработка систем управления и регулирования мехатронных систем и приводов в режиме реального времени; разработка высокоскоростных систем управления и обработки сигналов на базе ПЛИС; разработка и исследование мехатронных систем и компонентов с компьютерным управлением движением на базе стандарта Compact RIO; диагностика мехатронных систем на базе стандарта PXI; исследование работоспособности мехатронных модулей на базе NI Motion)

## **3. Лаборатория жизненного цикла продукции:**

- Компьютерный класс (ауд.235-2) с 15 рабочими станциями Pentium 4 и выходом в Internet, на которых установлено лицензионное программное обеспечение: математические пакеты Mathcad 14, MATLAB R14, CAD/CAM/CAE/PLM-системы Windchill 8.0, Pro/ENGINEER и Pro/MECHANICA Wildfire 4, SolidWorks 2008, КОМПАС 3D v.9, DEFORM 3D, QFORM 3D, MoldFlow MPI.

- Возможность доступа к суперЭВМ СКИФ-Мономах (4,7 ТФлопс)- (ауд.417-2) с установленными пакетами для параллельных вычислений ANSYS v.11 (Academic Research), ANSYS Mechanical HPC, ANSYS CFD HPC.

## **3. 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).

Уникальная интеграция Сканирующего Зондового Микроскопа с конфокальной микроскопией/спектроскопией люминесценции и комбинационного рассеяния (КР). Благодаря эффекту гигантского усиления КР позволяет проводить КР спектроскопию и получать изображения с разрешением в плоскости до 50 нм.

Система для конфокальной оптической микроскопии представляет собой комбинированную систему, включающую конфокальный сканирующий лазерный спектрометр высокого пространственного разрешения, оптический микроскоп и универсальный сканирующий зондовый микроскоп. Система способна работать в режиме регистрации пространственного, трехмерного распределения спектров люминесценции и комбинационного рассеяния света, а также в различных режимах сканирующей зондовой микроскопии, включая наноиндентацию, наноманипуляцию и нанолитографию.

Система для сканирующей зондовой микроскопии. Одновременно с оптическим наблюдением, ИНТЕГРА Спектра позволяет исследовать объект с помощью арсенала методов сканирующей зондовой микроскопии — АСМ, МСМ, СТМ, сканирующей ближнепольной микроскопии, силовой спектроскопии. Уникальное совмещение оптических и зондовых методов в одном приборе позволяет ставить комплексные эксперименты, в которых информация о распределении оптических свойств образца и его химического состава может быть наложена на распределение его механических, электрических, магнитных и других свойств.

Система для исследования оптических свойств объекта за пределом дифракции (флуоресценция, спектроскопия комбинационного рассеяния). Отличительной чертой Нанолаборатории ИНТЕГРА Спектра является возможность исследовать оптические свойства объектов за пределом дифракционных ограничений. Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия и эффекты локального усиления комбинационного рассеяния (TERS — tip enhanced Raman scattering), дают возможность картировать распределение оптических свойств (пропускание, рассеяние, поляризация света и др.), а также осуществлять спектроскопию комбинационного рассеяния с разрешением до 50 нм в плоскости XY.

### **Особенности**

- Острые АСМ зонда и фокус лазерного пучка могут быть спозиционированы друг относительно друга с высокой точностью (необходимо для получения максимального эффекта КР-TERS).
- При использовании оптической схемы "на просвет" высокотемпературный объектив жестко встроен в основание АСМ. Это обеспечивает долговременную стабильность системы, необходимую для работы со слабыми сигналами.
- Часть отраженного излучения используется для построения конфокального лазерного отражения.
- Низкошумящая ССD камера с охлаждением до  $-70^{\circ}\text{C}$  (квантовая эффективность до 90%) служит высокочувствительным детектором.
- В качестве альтернативного детектора можно использовать лавинный фотодиод.
- Гибкий выбор поляризационных устройств.
- Все компоненты системы (АСМ, оптические и механические устройства) интегрированы с помощью единого программного обеспечения. большинство ключевых узлов и устройств системы (лазеры, решетки, диафрагмы, поляризаторы и т.д.) можно выбирать и / или настраивать прямо из программы.
- Три разных схемы для работы с TERS.

Применяется для исследования биологических объектов, контроля качества поверхностей оптических деталей, излучающих полупроводниковых структур, характеристик нанооптических и интегрально-оптических элементов, исследования характеристик нанoeлектронных элементов, в частности, спектров квантовых точек.

- Исследование соединительной ткани, ДНК, вирусов.
- Определение характеристик оконечных оптических устройств.
- Спектроскопические измерения.
- Контроль химических реакций.

#### 4) дифрактометр малоуглового рассеяния SAXSess

Предназначен для анализа тонких пленок или жидкостей, может строить кристаллические решетки вещества, определять размер частиц от 10 до 100 нанометров в растворе. SAXSess позволяет исследовать нанометровые структуры от 0.2 нм до 150 нм. SAXSess может работать в режиме линейной коллимации для быстрого сбора данных изотропных образцов и в режиме точечной коллимации для изучения анизотропных (ориентированных) образцов. Две системы могут работать одновременно в режимах линейной и точечной коллимации, используя один рентгеновский источник и одну систему детектирования. Широкий набор держателей образцов позволяют исследовать практически любые типы образцов от очень низких до высоких температур. Система TrueSWAXS™ делает возможным получение информации о наноструктуре и фазовом состоянии образца за одно измерение. Системы детектирования SAXSess не нуждаются в сервисном обслуживании и обеспечивают превосходное разрешение. Быстрый сбор и совершенная обработка экспериментальных данных. Система SAXSess включает в себя специальный пакет программного обеспечения для быстрого сбора и всесторонней обработки данных. Источник рентгеновского излучения используемый в SAXSess имеет следующие особенности: долговременная стабильность работы и минимальную стоимость эксплуатации. Современная многослойная фокусирующая оптика обеспечивает высокоинтенсивный монохроматический рентгеновский пучок. Улучшенная система блока коллимации даёт сформированный первичный рентгеновский пучок и эффективно убирает паразитное рассеяние. Она определяет разрешение системы и гарантирует низкий фон. температура очень точно контролируется в диапазоне от -150 до 300°C. Существует большой выбор держателей под самые разные типы образцов. Полупрозрачный отсекающий первичного пучка позволяет точно определить нулевой угол рассеяния и измерить интенсивность первичного пучка для определения коэффициента пропускания образца можно получать данные о мало- и широкоугловом рассеянии за одно измерение на одном и том же образце. Система SAXSess предлагает две высококлассные системы детектирования, которые можно использовать альтернативно на одном приборе SAXSess без необходимости изменения его настроек или конфигурации: • Система детектирования чувствительными пластинами обладает широким линейным динамическим диапазоном и покрывает углы рассеяния 2 до 40°. • Система детектирования CCD даёт возможность проводить автоматизированные измерения SAXS и измерения онлайн процессов во времени. Мощное и простое в работе программное обеспечение. Вместе с прибором SAXSess поставляется мощный пакет программ для сбора и оценки данных малоуглового рентгеновского рассеяния (SAXS). Оценка данных включает базовую обработку данных (получение средних значений, вычитание фона и т.д.), моделирование, устранение размытий и аппроксимацию.

#### 5) Двухлучевой сканирующий УФ/Вид спектрофотометр LAMBDA 25

Двухлучевые сканирующие УФ/Вид спектрофотометры для рутинных и автоматических измерений. Эти приборы предназначены для различных промышленных, учебных, биологических и биохимических лабораторий и лабораторий по контролю окружающей среды. Они отличаются высокой стабильностью, гибкостью в выборе методов анализа, удобством представления и обработки полученных данных.

Ключевые особенности спектрофотометров серии Lambda:

Широкий выбор методов измерения – сканирование по длине волны, сканирование по времени (кинетические исследования) и количественный анализ (фотометрия).

Двухлучевая оптическая схема – высокие технические характеристики, точность и воспроизводимость получаемых данных.

Высокая фотометрическая точность и низкий уровень шума – правильные и надежные результаты измерений при низких концентрациях аналита

Низкий уровень рассеянного света – измерения при высоких оптических плотностях

Встроенная система поверки прибора (IPV) – тестирование спектрофотометра на соответствие техническим характеристикам и требованиям GLP

Lambda 25 – спектрофотометр с фиксированной спектральной шириной щели 1 нм, соответствующий требованиям Американской, Европейской и другим национальным фармакопеям. Управление приборами, получение и обработка данных осуществляется с персонального компьютера с помощью ПО UV WinLab

Приборы могут комплектоваться кюветами различной длины и объема, системами автоматической смены кювет и термостатирования кювет (водяное и Пельтье); авто-дозатором, держателями для твердых образцов и гелей, интегрирующей сферой и волоконно-оптической системой для дистанционного анализа, приставками для анализа зеркального отражения и другими приставками и аксессуарами. Кроме того, на базе спектрофотометров могут быть сконфигурированы специальные системы для анализа растворимости лекарственных препаратов и проточно-инжекционная система для непрерывного поточного анализа.

*б) Многофункциональный планшетный анализатор VICTOR X3 (PerkinElmer)*

Многофункциональные анализаторы предназначены для различных видов детекции оптических сигналов в планшетном формате, за исключением радиометрических методов: фотометрия; УФ-фотометрия; флюоресценция; флюоресценция с разрешением по времени; поляризационная флюоресценция; люминесценция; AlphaScreen; Label-Free. Анализаторы PerkinElmer обладают превосходной чувствительностью, гибкостью по предлагаемым конфигурациям под различные пользовательские задачи и многофункциональностью, непревзойденными техническими характеристиками. Анализаторы PerkinElmer широко известны во всем мире и завоевали неоспоримую репутацию. Анализаторы могут использоваться как для рутинных лабораторных исследований в научных и медицинских лабораториях, так и для высокопроизводительных приложений в фармацевтических и биотехнологических лабораториях. Области применения: молекулярная и клеточная биология; генетический анализ и генотипирование; иммуноферментный анализ и ферментативные реакции; анализ активности рецепторов и молекулярных взаимодействий; квантификация; токсикологические и бактериологические исследования и т.д.

Анализаторы могут работать как самостоятельно, так и в составе многофункциональных роботизированных комплексов.

Технологии детекции. *Флюоресценция*: Измерение соотношения флюоресценции на двух длинах волн, Измерение флюоресценции снизу и сверху планшеты; *Поляризационная флюоресценция*; *Флюоресценция, отсроченная по времени (TRF)*: Двухоконная TRF, Измерение эмиссии на двух длинах волн; *Люминесценция*: Постоянная люминесценция (Glow), Импульсная люминесценция (Flash), Двойная (комбинированная) люминесценция; *Фотометрия в видимой области*; *УФ-фотометрия*.

*Формат планшет*: 1 - 1536-луночные планшеты. *Встроенный шейкер*: три режима: линейный орбитальный, двойной орбитальный. *Встроенный температурный контроль*: от + 2°C выше тем-ры окр. среды до 50°C. *Опции*: диспенсеры 1-4 канала; стекеры на 20 или 50 планшет; считыватель штрих-кодов; различные фильтры; ФЭУ красной области спектра для усовершенствования работы по технологиям LANCE и TR-FRET.

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

*Оборудование:*

1) *Рентгеновский дифрактометр Bruker D8 ADVANCE*

D8 ADVANCE – это самый современный, на сегодняшний день, лабораторный дифрактометр из представленных на рынке. D8 ADVANCE позволяет решать практически весь ком-

плекс существующих задач в области порошковой дифрактометрии. В приборе реализована принципиально новая концепция построения модульных систем DAVINCI.DESIGN, которая существенно упрощает процесс конфигурирования дифрактометра. Переход от геометрии Брегг-Брентано к параллельно-лучевой оптике происходит максимально быстро благодаря новой рентгенооптической TWIN-системе, в которой совмещены традиционные щели и зеркало Гёбеля, переключение между которыми происходит автоматически. Новая рентгеновская TWIST-трубка позволяет осуществлять переключение между точечным и линейным фокусом.

Дифрактометр D8 ADVANCE дает возможность проводить исследования материалов в различных условиях: охладить до температуры 10 К, нагревать до 2000°C, создавать условия с повышенной влажностью. При анализе в комнатных условиях специальные загрузчики образцов позволяют автоматизировать процесс измерения.

Важной составляющей частью современного дифрактометра является детектор. Решения от Bruker AXS включают в себя полный спектр точечных и позиционно-чувствительных детекторов. В дифрактометре D8 ADVANCE можно использовать энергодисперсионный детектор нового поколения SOL-XE и уже зарекомендовавшие себя в различных дифрактометрах от Bruker AXS динамические сцинтилляционные детекторы и линейные детекторы LynxEye и VANTEC-1.

- Качественный и количественный анализ кристаллических фаз.
- Структурный анализ.
- Определение размеров кристаллитов.
- Анализ структурных изменений кристаллических фаз при изменении температуры, влажности и давления с использованием соответствующих камер.
- Быстрый анализ с применением позиционно-чувствительного детектора.
- Автоматический режим сбора данных и дальнейшая обработка результатов программным пакетом DIFFRAC<sup>®</sup>.

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

Технические характеристики:

- высокоэффективная рентгеновская трубка 4-го поколения с Rh анодом и тонким торцевым Be окном (0,075 мм);
- максимальная мощность 5 кВт;
- пропорциональный проточный детектор (3000 имп/сек);
- системы вращения проб и программируемых коллиматорных масок;
- диапазон анализируемых концентраций от 0,0001 до 100 %;
- двухкоординатный пробоподатчик на 98 кодированных позиций для проб в кассетах.

Направления использования:

- элементный анализ от Be до U (от ppb до 100%) образцов в виде металлов, прессованного и свободного порошка, стёкол и жидких проб;
- анализ масел, полимеров, цемента, горных пород, стёкол, металлов, руд, огнеупоров, геологических материалов.

## 5. 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). 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. 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. Соответствует требованиям ОСТ 107.444.0001.004 ПДИР440310.002ТУ.

*Основные технические характеристики:* размер мишеней, мм - 492x78, ширина зоны эффективного распыления мишени, мм – 72; габаритные размеры магнетронов, мм - 550x105x60; - возможность работы каждой пары в дуальном режиме; количество магнетронов, шт. – 4; выходная мощность, кВт - 2x12; выходной ток, А - 0.5-20; блок питания магнетронов импульсный с задаваемой частотой 0.1-40 кГц, оснащен системой стабилизации параметров и системой дугогашения; возможность работы блока в дуальном режиме и независимой работы каждого канала; диаметр инструмента, мм - от 2 до 200 мм; размеры вакуумной камеры, мм – 600 x 600 x 600.

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:  $\pm 1,0\%$ .

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

5. Микрокомбитестер CSM МСТ Производитель: CSM (Швейцария).

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС  
ВО по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Рабочую программу составил к.т.н., доцент Шеняков А.В.

(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) Генеральный директор ООО «ТАГ-Инжиниринг», к.т.н.

Аракелян И.С.

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технология машиностроения

Протокол № 6 от 9.09.2015 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Протокол № 6 от 9.09.2015 года

Председатель комиссии д.т.н., профессор Морозов В.В.

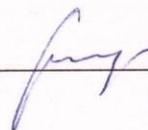
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9/1 от 21.04.2016 года

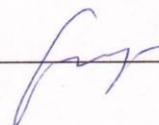
Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2017 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.2018 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.2019 года

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор Морозов В.В. \_\_\_\_\_

