

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » февраля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Нанотехнологии в машиностроении  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Технология машиностроения инновационного производства  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование готовности студентов к производственно-технологической и проектно-конструкторской деятельности с использованием знаний о нанотехнологиях, которые могут быть использованы в машиностроении для получения качественно новых структурированных материалов с достижением высокой эффективности их использования, приобретение знаний, позволяющих самостоятельно принимать решения по выбору наноматериалов и нанотехнологий для конкретных изделий с учетом условий их использования в машиностроении.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование навыков использования нанотехнологии для изготовления определенных машиностроительных изделий с заданными свойствами;
- формирование навыков выбора рациональных наноматериалов для конкретных условий, учета сущности нанотехнологических процессов производства изделий, области их применения;
- формирование навыков применения новых наноматериалов в машиностроении в соответствии с их физико-механическими свойствами.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- нанотехнологии изготовления машиностроительных изделий с заданными свойствами;
- наноматериалы для конкретных условий;
- технологические процессы изготовления машиностроительной продукции из наноматериалов.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Разработка конструкции изготавливаемых в организации изделий на основе наноматериалов, требования к их качеству, физические принципы работы, возможности и области применения методов и средств измерений	Знает номенклатуру и конструкцию изготавливаемых в организации изделий, требования к их качеству, физические принципы работы, возможности и области применения методов и средств измерений, организационно-штатную структуру организации, трудовое законодательство Российской Федерации, Федеральные законы и нормативные документы, регламентирующие вопросы единства измерений и метрологического обеспечения производства, нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы делопроизводства, методы планирования производственной деятельности	Отчет по практике
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Навыки разработки методики испытаний, определения соответствия характеристик изготавливаемых изделий на основе наноматериалов. технологическим документам, анализа параметров технологических процессов, режимов работы технологического оборудования и оснастки, принятия технологических решений, направленных на повышение точности сборки изделий, анализа потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля,	Умеет использовать современные средства измерения для проведения контроля параметров изготавливаемых изделий, разрабатывать методики измерений, контроля и испытаний, определять соответствие характеристик изготавливаемых изделий нормативным, конструкторским и технологическим документам, анализировать параметры технологических процессов, режимы работы технологического оборудования и оснастки, принимать технологические решения, направленные на	Отчет по практике

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		возможности и области их применения, разработки методик контроля и испытаний	повышение точности сборки изделий, анализировать потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля, возможности и области их применения, разрабатывать методики контроля и испытаний, проектировать специальную оснастку для контроля и испытаний, оценивать экономический эффект от внедрения новых методик, методов и средств контроля и испытаний, применять современные методы анализа производственной деятельности	
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Разработка методик контроля параметров и программ испытаний изготавливаемых изделий на основе наноматериалов, оформления документации по результатам контроля и испытаний, разработки методик по обеспечению качества изготавливаемых изделий на основе наноматериалов, анализа новых нормативных документов в области технического контроля качества и испытаний изготавливаемых изделий на основе наноматериалов, анализа состояния контроля качества и испытаний на производстве, разработки новых методик контроля и испытаний, организации сбора информации и статистических данных о качестве	Владеет навыками разработки методик контроля параметров и программ испытаний изготавливаемых изделий, оформления документации по результатам контроля и испытаний, разработки методик по обеспечению качества изготавливаемых изделий, анализа новых нормативных документов в области технического контроля качества и испытаний изготавливаемых изделий, анализа состояния контроля качества и испытаний на производстве, разработки новых методик контроля и испытаний, организации сбора информации и статистических данных о качестве изготавливаемых изделий, анализа структуры и оценки системы управления качеством продукции на предприятии	Отчет по практике

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		изготавливаемых изделий на основе наноматериалов, анализа структуры и оценки системы управления качеством продукции на предприятии		
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Использование возможностей компьютерных систем в разработке технологических процессов изготовления деталей на основе наноматериалов.	Знает возможности компьютерных систем в разработке технологических процессов изготовления деталей.	Отчет по практике
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Разработка технологических процессов изготовления деталей на основе наноматериалов.с использованием компьютерных систем	Умеет использовать компьютерные системы в разработке технологических процессов изготовления деталей	Отчет по практике
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Разработка технологических процессов изготовления деталей на основе наноматериалов.с использованием автоматизированных систем.	Владеет компьютерными системами в разработке технологических процессов изготовления деталей.	Отчет по практике

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
4-й семестр				
				СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Объемные наноструктурные материалы и их свойства	4	0	4	27
Тема 1 Основные методы и технологий получения объемных наноструктурных материалов. Терминологические подходы к понятию наноматериалов. Основы классификации объемных наноструктурных материалов. Физические причины специфики наноматериалов. Элементарные и композиционные наноструктуры. Кластеры и молекулы. Нанокристаллы, нанотрубки, наностержни и их производные. Одномерные и двумерные наноструктуры. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка. Тема 2 Применение объемных наноструктурных материалов. Конструкционные, инструментальные и триботехнические наноматериалы. Полупроводниковые и диэлектрические наноматериалы, высокотемпературные сверхпроводники, магнитные материалы, материалы с магнетосопротивлением. Нанопористые материалы. Мезопористые материалы. Инструментальные сплавы с нанозерном. Технические жидкости, вспомогательные материалы, содержащие наноматериалы. Интеллектуальные наноматериалы. Возможные ограничения применения наноматериалов.				
Нанотехнологии получения и метрологические основы обеспечения требуемых характеристик наноструктурных материалов.	4	0	4	27
Тема 3 Основные методы и технологии получения наноструктурных материалов. Два основных технологических подхода: диспергационный («сверху–вниз»), конденсационный («снизу–вверх»). Методы синтеза нанопорошков: физический и химический. Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Наномодификаторы традиционных материалов, используемых в общем машиностроении. Методы с использованием аморфизации. Методы интенсивной пластической деформации. Углеродные нанотрубки, технологии изготовления. Керамические наноматериалы, технологии изготовления. Перспективные нанотехнологии получения наноструктурных материалов. Понятие об образовании зародышей. Механизмы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Формирование кластеров и наночастиц. Формирование сложных наноструктур. Понятие о самоорганизации.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур. Роль температурного фактора. Типы упорядоченных структур и их параметры. Тема 4 Метрологические основы обеспечения требуемых характеристик наноструктурных материалов. Методы контроля наноструктур по составу, размерам, степени упорядоченности. Исследования наноматериалов методами электронной микроскопии. Контроль физико-механических свойств современных наноструктурных материалов в машиностроении.				
Наноструктурированные покрытия и их свойства.	4	0	4	27
Тема 5 Наноструктурированные покрытия режущего для инструмента и технологической оснастки. Нитриды, карбиды, оксиды, карбонитриды и оксинитриды металлов III и IV групп Периодической системы. Структура, строение, фазовый и элементный состав наноструктурированных покрытий. Структурные и фазовые превращения в наноструктурированных покрытиях, происходящие при воздействии температурных и сильных факторов. Механизмы разрушения наноструктурированных покрытий при различных видах нагружения. Тема 6 Применение наноструктурированных покрытий. Термобарьерные, теплопроводящие, износостойкие, антифрикционные, ударостойкие, коррозионностойкие, самосмазывающиеся наноструктурированные покрытия для упрочнения и защиты режущего инструмента, пар трения, деталей машин и оснастки, испытывающих повышенные силовые и тепловые нагрузки, а также воздействие агрессивных сред.				
Нанотехнологии получения и метрологические основы обеспечения требуемых характеристик наноструктурированных покрытий. Автоматизированные системы разработки технологических процессов.	4	0	6	27
Тема 7. Осаждение термическим испарением. Осаждение ионным распылением. Осаждение взрывом. Осаждение дуговым разрядом. Ионное осаждение. Химическое осаждение. Нанотехнологии изготовления режущего инструмента. Методы нанесения износостойких покрытий на режущий инструмент. Технологический регламент получения наноструктурированных покрытий методами электродугового испарения и магнетронного распыления. Технологические и температурные параметры, определяющие технологию изготовления наноструктурированных покрытий.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Нанотехнологии получения наноструктурированных покрытий со специальными свойствами. Вакуумное оборудование и оснастка. Принцип работы вакуумного оборудования. Влияние нанотехнологий на эксплуатационные свойства изделий.</p> <p>Тема 8. Метрологические основы обеспечения требуемых характеристик наноструктурированных покрытий на режущем инструменте и технологической оснастке. Подготовка образцов к исследованию структуры и свойств наноструктурированных покрытий. Изучение морфологии поверхности и структуры наноструктурированных покрытий с использованием оптической, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Химический и микрорентгеноспектральный анализы состава наноструктурированных покрытий. Измерение твердости и модуля Юнга. Изучение адгезии и толщины покрытий. Изучение физико-механических, трибологических, коррозионных и теплостойких свойств наноструктурированных покрытий.</p> <p>Тема 9. Разработка технологических процессов изготовления деталей с использованием автоматизированных систем. САПР –важное звено в промышленном проектировании. Автоматизация оформления документации. Информационная поддержка и автоматизация процесса принятия решений. Повышение качества управления проектированием.</p>				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	18	108
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	108

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определять соответствие характеристик изготавливаемых изделий на основе наноматериалов технологическим документам.
2	Анализ параметров технологических процессов и режимов работы технологического оборудования и оснастки.
3	Разработка методики контроля и испытаний лабораторных образцов и деталей на основе наноматериалов.
4	Использование методов планирования производственной деятельности для проектирования технологических процессов.
5	Разработка требований к качеству изделий на основе наноматериалов.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
6	Формулировка физических принципов работы изделий на основе наноматериалов.
7	Разработка методик контроля параметров и программ испытаний изготавливаемых изделий на основе наноматериалов, оформления документации по результатам контроля и испытаний.
8	Разработка методик по обеспечению качества изготавливаемых изделий.
9	Разработка технологических процессов изготовления деталей с использованием САПР.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		

1	Акулович Л. М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Минск Москва: Новое знание, ИНФРА-М, 2012.	3
2	Валиев Р.З. Объемные наноструктурные металлические материалы : получение, структуры и свойства / Р.З. Валиев, И. В. Александров. - М.: Академкнига, 2007.	2
3	Каменева А. Л. Эволюция представлений о структурных зонах поликристаллических наноструктурированных плёнок, формируемых методами вакуумных технологий : монография / А. Л. Каменева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	6
4	Когаев В. П. Прочность и износостойкость деталей машин : учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / В. П. Когаев, Ю. Н. Дроздов. - Москва: Высш. шк., 1991.	20
5	Нанокпозиционные и наноструктурные машиностроительные материалы и технологии их получения : монография / С. В. Авдейчик [и др.]. - Москва: Спектр, 2013.	2
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Каменева А. Л. Многокомпонентные наноструктурированные покрытия на основе нитридов металлов III и IV групп периодической системы для упрочнения резьбовых соединений: разработка, получение, исследование и испытание : учебное пособие / А. Л. Каменева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	8
2	Каменева А. Л. Особенности получения наноструктурированных ионно-плазменных плёнок с заданными свойствами / А. Л. Каменева, А. Ю. Клочков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	40
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Упрочняющие технологии и покрытия : научно-технический и производственный журнал / Издательство Машиностроение. - Москва: Машиностроение, 2005 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Изучение функциональных свойств многослойных пленок на основе двух- и трехкомпонентных нитридов тугоплавких металлов и их соединений с легкоплавкими металлами и неметаллами	<a href="https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3972">https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3972</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ПК Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями)	1
Практическое занятие	ПК Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями)	1

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Нанотехнологии в машиностроении»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Технология машиностроения инновационного производства
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Инновационные технологии в машиностроении
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 4	<b>Семестр:</b> 2
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Дифзачёт: 4 семестр	

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1.</b> знать требования к качеству изделий на основе наноматериалов		ТО1		КР2		ТВ
<b>З.2.</b> знать физические принципы работы изделий на основе наноматериалов	С1	ТО2		КР1		ТВ
<b>З.3.</b> знать возможности и области применения методов и средств измерений изделий на основе наноматериалов		ТО3		КР2		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1.</b> уметь разрабатывать методики испытаний изделий на основе наноматериалов			ОЛР1	КР2		ПЗ
<b>У.2.</b> уметь определять соответствие характеристик изготавливаемых изделий на основе наноматериалов технологическим документам.			ОЛР2 ОЛР3	КР1		ПЗ
<b>У.3.</b> уметь анализировать параметры технологических процессов, режимов работы технологического оборудования и оснастки.			ОЛР4 ОЛР5	КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1.</b> владеть навыками разработки методик контроля параметров и программ испытаний изготавливаемых изделий на основе наноматериалов			ОЛР6			ПЗ
<b>В.2.</b> владеть оформлением документации по результатам контроля и испытаний			ОЛР7			ПЗ
<b>В.3.</b> владеть навыками разработки новых методик			ОЛР8			ПЗ

контроля и испытаний, организации сбора информации и статистических данных о качестве			ОЛР9			
---	--	--	------	--	--	--

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифзачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний,

освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита практических работ**

Всего запланировано 9 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практических работ проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Нанотехнологии получения и метрологические основы обеспечения требуемых характеристик наноструктурных материалов», вторая КР – по модулю 2 «Нанотехнологии получения и метрологические основы обеспечения требуемых характеристик наноструктурных материалов».

##### **Типовые задания первой КР:**

1. Разработать методику испытаний изделия на основе наноматериалов.
2. Анализ состояния контроля качества и испытаний на производстве изделия на основе наноматериалов.

##### **Типовые задания второй КР:**

1. Сформулировать требования к материалам для их интенсивной пластической деформации.
2. Установить рациональность формирования сложных наноструктур.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Дифференцированный зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной

дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Номенклатура и конструкции изготавливаемых в организации изделий.
2. Требования к их качеству конструкций, изготавливаемых в организации изделий.
3. Определение возможностей и областей применения методов и средств измерений.
4. Знать нормативные документы, регламентирующие вопросы единства измерений и метрологического обеспечения производства.
5. Знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы делопроизводства.
6. Знать методы планирования производственной деятельности.

###### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Разработать методики измерений, контроля и испытаний изделия на основе наноматериалов.
2. Определить соответствие характеристик изготавливаемых изделий нормативным, конструкторским и технологическим документам.
3. Проанализировать параметры технологических процессов, режимы работы технологического оборудования и оснастки и принять технологические решения по изготовлению изделия на основе наноматериалов с заданными свойствами.

###### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Разработать методику контроля параметров и программ испытаний изготавливаемых изделий на основе наноматериалов.
2. Разработать методику по обеспечению качества изготавливаемых изделий на основе наноматериалов.
3. Обработать статистические данные о качестве изготавливаемых изделий на основе наноматериалов.

##### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня

сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифзачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.