

# **Физическое материаловедение и новые технологии получения нано- и ультрамелкозернистых материалов**

(название дисциплины)

## **1. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физическое материаловедение и новые технологии получения нано- и ультрамелкозернистых материалов» относится к числу профессиональных дисциплин, входит в состав вариативной части основной профессиональной образовательной программы и изучается на 3-ом году обучения, в 5-м (нечетном) семестре.

В рамках курса изучаются специальные разделы физики металлов, сплавов и керамик, а также фундаментальные и научно-инженерные основы новых технологий получения и обработки наноструктурированных и ультрамелкозернистых материалов (металлов, сплавов, керамик и композитов на их основе) – метода равноканального углового прессования металлов и сплавов, электроимпульсного плазменного спекания нано- и ультрамелкозернистых керамик, послойного лазерного сплавления миниатюрных металлических изделий, сверхпластической штамповки изделий сложной формы из ультрамелкозернистых материалов, ротационнойковки, высокоскоростной диффузионной сварки и др.

Освоение дисциплины «Физическое материаловедение и новые технологии получения нано- и ультрамелкозернистых материалов» опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования, в первую очередь – в рамках курсов «Физика твердого тела», «Физика металлов, сплавов и керамик», «Физические основы прочности и пластичности» и «Инженерный язык материаловедения».

## **2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

Целью курса является:

- сформировать углубленные знания в отдельных разделах физики металлов, сплавов и керамик (теории дефектов, физики прочности и пластичности, а также теории диффузионно-контролируемых процессов);
- научить эффективному использованию знаний в области теории дефектов и диффузионно-контролируемых процессов в металлах, сплавах и керамиках для решения практических задач по выбору оптимальных режимов получения и обработки перспективных конструкционных материалов с высокими физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками;
- научить эффективному решению типовых и нестандартных научно-практических задач по разработке новых конструкционных материалов с высокими физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками;
- выработать навыки эффективной практической работы в современном технологическом и исследовательском оборудовании мирового уровня;
- выработать навыки анализа экспериментальных результатов, получаемых с использованием сложного технологического и исследовательского оборудования мирового уровня;
- выработать навыки по разработке технологической документации различного уровня

сложности (карты технологических процессов, технологические инструкции, технологические регламенты и др.), описывающих ключевые технологические процессы и операции получения и обработки перспективных конструкционных материалов с высокими физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками.

Выпускник, освоивший программу, должен обладать следующими компетенциями:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)
- способность самостоятельно проводить научно-исследовательские и прикладные исследования по перспективным направлениям физики конденсированного состояния, физического материаловедения, в том числе - в смежных областях (информационных технологий в физике), удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности), и получать новые научные и прикладные результаты в области физики конденсированного состояния, физического материаловедения и в смежных областях (информационных технологий в физике) (ПК-2);
- способность самостоятельно разрабатывать новые модели сложных физических процессов, которые, в том числе, могут быть положены в основу новых технологических процессов (в том числе - нанотехнологических) получения конструкционных и многофункциональных материалов (в том числе - наноматериалов) (ПК-4);
- способность осваивать и внедрять новое исследовательское, контрольно-измерительное и технологическое оборудование для получения и испытания материалов (в том числе - наноматериалов) в соответствующей профессиональной области, в том числе – способностью осуществлять разработку и внедрение новых методик аттестации структуры и свойств материалов (в том числе - наноматериалов) в соответствующей профессиональной области (ПК-5);
- готовность разрабатывать научно-техническую документацию различного уровня сложности, а также способностью осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области (ПК-6).

### **3. Структура и содержание дисциплины**

Объем дисциплины «Физическое материаловедение и новые технологии получения нано- и ультрамелкозернистых материалов» составляет 2 зачётные единицы (з.е.), всего - 72 часа, из которых 18 часов занятия лекционного типа, 18 часов практических занятий (лабораторных работ) и 36 часов на самостоятельную работу обучающегося.

### **4. Содержание разделов дисциплины**

Раздел 1. Физика и технология получения ультрамелкозернистых металлов и сплавов методами интенсивного пластического деформирования

Физика процессов фрагментации (измельчения) зеренной структуры металлов и сплавов при интенсивной пластической деформации. Расчет и построение карт механизмов деформации ультрамелкозернистых металлов и сплавов. Технологии получения ультрамелкозернистых металлов и сплавов методами интенсивного пластического деформирования – их недостатки и преимущества. Возможности технологии равноканального

углового прессования («Equal Channel Angular Pressing»). Выполнение лабораторной работы по выбранной тематике.

#### Раздел 2. Физика и технология электроимпульсного плазменного спекания наноструктурированных керамик

Физика процессов спекания металлических и керамических материалов. Влияние процессов зернограничной диффузии на кинетику спекания nano- и ультрамелкозернистых материалов. Расчет карт механизмов спекания. Анализ влияния параметров спекания на параметры структуры и свойства nano- и ультрамелкозернистых материалов. Ключевые технологии спекания nano- и ультрамелкозернистых материалов. Их принципиальные отличия, преимущества и недостатки. Возможности технологии «Spark Plasma Sintering». Выполнение лабораторной работы по выбранной тематике.

#### Раздел 3. Физика и технология послойного лазерного сплавления металлических изделий сложной формы

Физика процесса послойного лазерного сплавления / спекания металлических и керамических материалов. Расчет и построение карт механизмов сплавления металлических материалов. Ключевые способы получения изделий сложной формы с использованием метода послойного лазерного сплавления. Возможности технологии «Selective Laser Melting». Выполнение лабораторной работы по выбранной тематике.

#### Раздел 4. Физика и технология сверхпластической штамповки изделий сложной формы из ультрамелкозернистых сплавов

Физика процессов сверхпластической деформации. Деформационно-стимулированный рост зерен и разрушение при сверхпластической деформации. Расчет и построение карт механизмов сверхпластической деформации. Отличие в механизмах сверхпластической деформации мелкозернистых и наноструктурированных сплавов. Выполнение лабораторной работы по выбранной тематике.

### **5. Аттестация по дисциплине**

Общая аттестация по дисциплине проходит в виде зачета на основании оценивания (по системе «зачет – незачет») результатов защиты рефератов и отчетов по практической работе.

По итогам изучений отдельных разделов дисциплины «Физическое материаловедение и новые технологии получения nano- и ультрамелкозернистых материалов» аспиранты готовят реферат, зачет / незачет которого является одним из ключевых оснований для зачёта.

о итогам изучений отдельных разделов дисциплины «Физическое материаловедение и новые технологии получения nano- и ультрамелкозернистых материалов» аспиранты готовят отчет по практической работе, зачет которой является одним из ключевых оснований для получения зачета по дисциплине.

Оценка за реферат и оценка за отчет по практической работе образуют систему (фонд) оценочных средств сформированности соответствующих компетенций дисциплины «Физическое материаловедение и новые технологии получения nano- и ультрамелкозернистых материалов».

Авторы: Нохрин А.В. (д.ф.-м.н., зав. лаб. НИФТИ ННГУ), Болдин М.С. (зав. лаб. НИФТИ ННГУ), Чувильдеев В.Н. (д.ф.-м.н., проф. и.о. директора НИФТИ ННГУ), Лопатин Ю.Г. (к.ф.-м.н., зав. лаб. НИФТИ ННГУ), Грязнов М.Ю. (к.ф.-м.н., зав. лаб. НИФТИ ННГУ)