

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины**

**Создание новых материалов и покрытий**

Направление подготовки  
**04.04.01 Химия**

Магистерская программа  
**Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов**

Квалификация  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

**1. Код и наименование дисциплины** Б1.В.ДВ.1.3. «Создание новых материалов и покрытий».

**2. Цель изучения дисциплины** – знакомство с современными методами создания новых наноструктурных функциональных материалов и покрытий, в том числе с различными методами микроплазменного оксидирования, с новейшими достижениями в развитии теории микроплазменных процессов, с моделированием физикохимии процессов на границе раздела фаз под действием высокоэнергетических потоков, локализованных в нанослоях границы раздела фаз, учитывающих гидродинамику и распределение концентрации в приэлектродной области; получение необходимых практических навыков в области импульсного микроплазменного оксидирования магния, алюминия, титана, циркония и их сплавов с целью создания материалов и покрытий с заданными свойствами; знакомство с современными методами исследования покрытий и областей их применения.

**3. Год и семестр обучения:** 1 год, 1 семестр.

**4. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, из которых 42 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятия лекционного типа, 24 часа – занятия лабораторного типа), 102 часа составляет самостоятельная работа обучающегося, включая промежуточный контроль (экзамен) – 36 часов.

**5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Формируемые компетенции ( <i>код компетенции, уровень (этап) освоения</i> )	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
(ОПК-3) – I способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях.	З(ОПК-3) – I – <i>Знать:</i> содержание основных понятий, норм и техники безопасности (ТБ) в лабораторных и технологических условиях
(ПК-1) – I способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	У1 (ПК-1) – I – <i>Уметь:</i> применять фундаментальные знания для понимания постановки и решения задач по моделированию процессов формирования материалов и покрытий при высокоэнергетическом воздействии на границу раздела фаз качественного описания формируемого покрытия, особенностей кинетики микроплазменного процесса.
(СПК-3) – I владение основами методологии анализа и исследования объектов различной природы современными химическими и физико-химическими методами анализа, способность применять статистические методы обработки аналитической информации	З (СПК-3) – I – <i>Знать:</i> теоретические основы физикохимии процессов на границе раздела фаз в высоковольтной электрохимии и формирования материалов и покрытий при локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз У (СПК-3) – I – <i>Уметь:</i> исследовать физические и физико-химические свойства материалов и покрытий, их фазовый состав, структуру и получать вольтамперные зависимости процесса их формирования

## 6. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

### 6.1. Структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические занятия	
Современные методы создания новых наноструктурных функциональных материалов и покрытий, использующие высококонцентрированные источники энергии (Лазерная, электроннолучевая обработка поверхности, плазменные технологии, ионная имплантация, электроннолучевая наплавка).	10	2		8
Моделирование процессов на границе раздела фаз при локализации высокоэнергетического воздействия в нанослоях границы раздела фаз.	14	4	2	8
Конструирование покрытий методом импульсного микроплазменного оксидирования, разработка измерительного, исследовательского и технологического оборудования.	16	4	4	8
Высоковольтные циклические вольтамперные характеристики – новый инструмент в исследовании физикохимии процессов формирования наноструктурных неметаллических функциональных покрытий при наноразмерной локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз.	16	2	4	10
Конструирование наноструктурных материалов и покрытий с атомарной точностью и заданными функциональными свойствами.	18	2	4	12
Методы исследования толщины, пористости, морфологии, адгезии нанотвердости, износостойкости ННН покрытий.	20	2	6	12
Функциональные свойства и области применения наноструктурных неметаллических неорганических функциональных покрытий	14	2	4	8
Промежуточный контроль (подготовка к экзамену)	36			36
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>102</b>

## 6.2. Содержание дисциплины

### **Модуль 1. Создание новых материалов и покрытий с использованием высококонцентрированных источников энергии**

*Современные методы создания новых наноструктурных функциональных материалов и покрытий, использующие высококонцентрированные источники энергии* (лазерная, электроннолучевая обработка поверхности, плазменные технологии, ионная имплантация, электроннолучевая наплавка).

*Моделирование процессов на границе раздела фаз при локализации высокоэнергетического воздействия в нанослоях границы раздела фаз.* Строение границы раздела фаз. Закономерности перехода электрохимических процессов в микроплазменные. Формирование барьерного слоя, пробой, факторы очистки. Плазменные процессы на границе жидкость-жидкость. Теоретические основы моделирования состояния границы раздела при высокоэнергетическом воздействии. Импульсные процессы на поверхности твердое тело – жидкость. Параметрическая теория вольтамперных зависимостей импульсных процессов в растворах. Физико-химические закономерности процессов на границе раздела фаз. Процессы доставки, миграции, кристаллизации. Моделирование физических и химических процессов в единичном нитевидном канале при его росте в оксидном слое. Математическая задача, ее решение и анализ полученных соотношений. Высокоэнергетическое воздействие на границе раздела фаз. Стационарные и нестационарные режимы воздействия на границу раздела электрод-раствор при микроплазменной обработке металлов. Методы воздействия на границу раздела фаз.

Методы исследования параметров микроплазменных процессов на границе раздела фаз при формировании покрытий. Параметрическая теория вольтамперных зависимостей импульсных процессов в растворах. Параметры микроплазменных систем для получения слоистых градиентных оксидных покрытий на сплавах алюминия. Физико-химические закономерности на границе металл-оксид-раствор при микроплазменной обработке. Теоретические исследования термодинамического состояния поверхности металла в растворе под потенциалом в процессах ее обработки токами большой плотности. Методы определения механизма электрохимической реакции. Определение вида перенапряжения. Измерения с постоянным, переменным током. Сравнение различных методов.

Диффузионные Модели образования градиентных слоистых керамических покрытий. Скорость электродных процессов. Диффузионная модель в случае образования слоистых градиентных оксидных покрытий с порами большой величины. Постановка задачи. Расчет скорости роста слоистого градиентного оксидного покрытия из раствора. Распределение концентрации ионов кислорода в градиентном слое. Диффузионная модель в случае образования слоистого градиентного оксидного покрытия с порами малой величины. Распределение концентрации ионов. Определение зависимости скорости роста покрытия от времени и концентрации. Многостадийные электродные процессы. Моделирование процессов роста многокомпонентных микроплазменных покрытий. Закономерности образования и осаждения дисперсных частиц в покрытие.

*Конструирование покрытий методом импульсного микроплазменного оксидирования, разработка измерительного, исследовательского и технологического оборудования.* Микроплазменные системы для нанесения и формирования функциональных наноструктурных покрытий. Влияние амплитуды и длительности импульса поляризующего напряжения и времени микроплазменной обработки на форму вольтамперных характеристик микроплазменного формирования наноструктурных неметаллических неорганических покрытий на магнии, алюминии, титане, цирконии и морфологию этих покрытий. Закономерности образования биокерамических покрытий на титане в электролитах различного состава. Влияние состава и концентрации электролита на форму циклических вольтамперных характеристик в процессе микроплазменного формирования наноструктурных неметаллических неорганических покрытий.

Высоковольтные циклические вольтамперные характеристики – новый инструмент в исследовании физикохимии процессов формирования наноструктурных неметаллических функциональных покрытий при наноразмерной локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз. Связь вольтамперных характеристик с параметрами микроплазменных процессов.

## **Модуль 2. Конструирование наноструктурных материалов и покрытий с атомарной точностью и заданными функциональными свойствами.**

*Материалы и покрытия. Создание наноструктурных неметаллических неорганических покрытий на сплавах алюминия, магния, титана, циркония.*

Микроплазменные системы для получения покрытий с низкой шероховатостью. Очистка поверхности стальных изделий. Методы исследования толщины, пористости, морфологии, адгезии, нанотвердости, износостойкости, термостойкости и коррозионной стойкости ННН покрытий.

Исследование толщины, пористости, морфологии, нанотвердости, элементного и фазового состава и нанокристаллической структуры биокерамических покрытий, клинические испытания на животных, нанесение биокерамических покрытий на реальные ортопедические и стоматологические имплантаты. Способ модифицирования поверхности медицинских изделий, выполненных из титана и его сплавов лекарственными препаратами для кардиохирургических имплантатов – стентов. Микроплазменные процессы и мембраны. Микроплазменные процессы на мембранах.

Функциональные свойства и области применения наноструктурных неметаллических неорганических функциональных покрытий. Конструирование многокомпонентных износостойких покрытий на сплавах алюминия. Конструирование покрытий с квазипериодическим распределением пор. Свойства и области применения наноструктурных неметаллических неорганических покрытий на сплавах алюминия, магния, титана, циркония.

Керамические структуры с атомарной точностью. Развитие научных методов производства функциональных наноматериалов с атомарной точностью. Химические, физические и механические методы синтеза. Молекулярная эпитаксия с ЧПУ. Механосинтез алмазоподобных материалов посредством сканирующего зонда. Ограничения метода сборки «снизу-вверх».

### **6.3. Форма промежуточной аттестации – экзамен**

## **7. Ресурсное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература**

1. Мамаев А.И. Формирование наноструктурных неметаллических неорганических покрытий путем локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз / А.И. Мамаев [и др.] – Учеб. пособие – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. – 360 с.
2. Ярославцев А.Б. Наноматериалы: свойства и перспективные приложения / А.Б. Ярославцев [и др.]. М.: Научный мир, 2014. – 449 с.
3. Елисеев Ф.Ф. Функциональные наноматериалы /Ф.Ф. Елисеев, А.В. Лукашин. М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
4. Рыжонков Д.И. Наноматериалы. Учебное пособие. /Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. 2-е издание. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 365 с.
5. Гаврилов С.А. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники; учебное пособие для вузов / С.А. Гаврилов, А.Н. Белов. М.: Высшее образование, 2009. –257 с.
6. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности: Учебник-монография / В.И. Ролдугин. Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2011. – 564 с.

7. Суминов И.В. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов / И.В. Суминов [и др.]. М.: Техносфера, 2011. – 464 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Чаплыгин Ю.А. Нанотехнологии в электронике. Выпуск 2. / Ю.А. Чаплыгин. М.: Техносфера, 2013. – 688 с.

2. Дэвис Дж. Успехи нанотехнологии: электроника, материалы, структуры / Дж. Дэвис, М. Томпсон. М.: Техносфера, 2011. – 496 с.

3. Суминов А.В. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / А.В. Суминов [и др.]. М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

4. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. М.: Физматлит, 2005. – 416 с.

### **7.3. Электронные ресурсы**

1. Гудымович Е.Н. Применение методов литографии в процессах нанесения слоев, формирования и переноса наноразмерного изображения на покрытия различного рода. Томск, 2010 (электронное учебное пособие)

<https://www.startbase.ru/download.html?file...title>

2. Compton R. G., Understanding Voltammetry - Simulation of Electrode Processes. World Scientific (2014) /Laborda E., Ward K. R.

<http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/p910>

3. Линн Ф. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. Электронная книга. М.: Техносфера, 2008. <http://www.moscowbooks.ru/ebooks/book.asp?id=4977425&p=1>

### **8. Авторы:**

Мамаев Анатолий Иванович, д.-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой аналитической химии ХФ ТГУ;

Мамаева Вера Анатольевна, д.-р хим. наук, профессор кафедры аналитической химии ХФ ТГУ.