

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины
Создание новых материалов и покрытий**

Направление подготовки
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Квалификация
Специалист

Форма обучения
Очная

Томск – 2016

1. Код и наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.1.3.7 «Создание новых материалов и покрытий»

2. Цель изучения дисциплины – ознакомление с современными методами создания новых наноструктурных функциональных материалов и покрытий, в том числе 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, и 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 свойств покрытий и областей их применения.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения: 5 курс, 9 семестр

4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов – занятия лекционного типа, 18 часов – занятия практического типа в виде электронного дистанционного обучения по выполнению лабораторных работ на «Микроплазменном тренажере»), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (заполняется в соответствии с картами компетенций)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Второй уровень (углублённый) (ОПК-3) – II способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов химии, математики и физики в профессиональной деятельности	У (ОПК–3) – II – Уметь: применять фундаментальные знания для понимания задач по моделированию процессов формирования материалов и покрытий методами, использующими высококонцентрированные источники энергии воздействия на границу раздела фаз, качественного описания формируемого покрытия, особенностей кинетики
Первый уровень (пороговый) (СК–1) – I способность использовать в исследованиях и расчётах приобретённые знания о физических и химических процессах получения веществ и материалов, их анализе, прогнозировании свойств	З (СК–1) – I – Знать: 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 (СК–1) – I – Уметь: прогнозировать физические и физико-химические свойства материалов и покрытий на основе знания их химического, фазового состава, структуры и вольтамперных зависимостей процесса формирования материала и покрытия В (СК–1) – I – Владеть: способностью оптимизировать состав электролитов и режимы формирования материалов и покрытий с целью синтеза их с заданными функциональными свойствами

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	Лабораторные работы	
Современные методы создания новых наноструктурных функциональных материалов и покрытий, использующие высококонцентрированные источники энергии (Лазерная, электроннолучевая обработка поверхности, плазменные технологии, ионная имплантация, электроннолучевая наплавка).	8	2		4
Моделирование процессов на границе раздела фаз при локализации высокоэнергетического воздействия в нанослоях границы раздела фаз.	12	4		4
Конструирование покрытий методом импульсного микроплазменного оксидирования, разработка измерительного, исследовательского и технологического оборудования.	10	4		4
Высоковольтные циклические вольтамперные характеристики – новый инструмент в исследовании физикохимии процессов формирования наноструктурных неметаллических функциональных покрытий при наноразмерной локализации высокоэнергетических потоков на границе раздела фаз.	12	2	4	8
Конструирование наноструктурных материалов и покрытий с атомарной точностью и заданными функциональными свойствами.	8	2	4	4
Методы исследования толщины, пористости, морфологии, адгезии нанотвердости, износостойкости ННН покрытий.	11	2	6	6
Функциональные свойства и области применения наноструктурных неметаллических неорганических функциональных покрытий	11	2	4	2
Итого:	72	18	18	36

6.2. Программа дисциплины «Создание новых материалов и покрытий»

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 окисления, 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 наноинженерии: электроника, материалы, структуры / Дж. Дэвис, М. Томпсон. М.: Техносфера, 2011. – 496 с.
3. Суминов А.В. Микродуговое окисление (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. Преподаватели (авторы):** д.х.н., профессор А.И. Мамаев
д.т.н., профессор В.А. Мамаева