

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Электрохимические методы получения низкоразмерных систем,
функциональных наноструктур и наноматериалов**

Уровень высшего образования:
Специалитет

Направление подготовки (специальность):
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:
Электрохимия

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Электрохимические методы получения низкоразмерных систем, функциональных наноструктур и наноматериалов**
2. Уровень высшего образования – **специалитет.**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
СПК-1.С. Способность использовать общие представления о природе явлений и процессов в электрохимических системах для решения задач профессиональной деятельности	Знать: современные перспективные электрохимические технологии, применяемые в различных областях промышленности Уметь: применять полученные знания при решении практических задач в области прикладной электрохимии

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 58 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 18 часов - занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа - промежуточная аттестация), 50 часов составляет самостоятельная работа студента.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

Знать: количественные соотношения, введенные в рамках спецкурсов по электрохимической термодинамике и кинетике

Уметь: проводить расчеты и оценки ключевых физико-химических величин

Владеть: навыками работы с оригинальной научной литературой

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Раздел 1. Получение наноразмерных объектов на проводящих подложках	50	18	10				28	22		22
Раздел 2. Электрохимические процессы в литографии	46	18	8				26	20		20
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	12			2		2	4	8		8
Итого	108	36	18	2		2	58	50		50

9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Самостоятельная работа проводится в соответствии с заданиями, получаемыми студентами во время лекций и семинарских занятий. Самостоятельная работа студентов обеспечивается доступом к сети Интернет и базам данных. Методические указания к самостоятельной работе расположены на сайте кафедры на странице <http://www.elch.chem.msu.ru/rus/wp/index.php/methods/>.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Гамбург Ю.Д. Электрохимическая кристаллизация металлов. М.: Янус-К, 1997.
2. Милчев А. Электрокристаллизация: зародышеобразование и рост нанокластеров на поверхности твердых тел (обзор) // Электрохимия. 2008. Т.44. С.669-697.

Дополнительная литература

1. Моро У. МикролитогRAFия. Принципы, методы, материалы. М.: Мир, 1990.
2. Суздалев И.П. Электрические и магнитные переходы в нанокластерах и наноструктурах. М.: Красанд, 2012.

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели:

Цирлина Галина Александровна, профессор, д.х.н.

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачете. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

Вопросы к зачету

1. В чем состоят ключевые различия процессов осаждения меди на металлическую и кремниевую подложки?

2. В чем состоят ключевые различия процессов осаждения на плоскую металлическую подложку и на металлическое острие с радиусом кривизны несколько нм?
3. По каким признакам можно контролировать момент слияния зон экранирования при осаждении с диффузионным контролем?
4. По каким признакам можно контролировать начало процесса вторичной нуклеации при осаждении дисперсной платины?
5. Как можно реализовать электрохимическое изготовление зонда для туннельного микроскопа с изолированным кластером на острие?
6. Как можно реализовать электрохимическое осаждение оксида с металлическими включениями? Металла с оксидными включениями?

Примеры контрольных заданий и задач для зачета

1. В работах Р. Пеннера демонстрируются примеры преимущественного осаждения металлов на ступень на поверхности высокоориентированного пирографита. По предложенному изображению оценить затраты заряда на (а) целевой процесс формирования нанонити вдоль ступени и (б) случайное осаждение на поверхности террасы.
2. В работах А. Кучернака демонстрируется пример роста единичного зародыша на микроэлектроде диаметром 2 мкм. По предложенной зависимости тока от времени предположить форму и размеры полученного модифицированного микроэлектрода.
3. Оценить сверху затраты заряда на заполнение трековой мембраны с заданной геометрией металлическими нанопроволоками в условиях протекания параллельных процессов осаждения металла и выделения водорода (кинетические параметры заданы).
4. Дать полуколичественный прогноз изменения выхода металла по току на начальных этапах осаждения свинца в трековую мембрану с золотым покрытием на дне пор.
5. Литографически изготавливается дифракционная решетка с заданными параметрами на кремниевой подложке. Предложить электрохимическую технологию для получения медных полос такой решетки.
6. Между литографически изготовленными контактными площадками размещена нанопроволока, она контактирует только с одной из площадок. Предложить электрохимический способ создания контакта со второй площадкой.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
Знать: современные перспективные электрохимические технологии, применяемые в различных областях промышленности	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
Уметь: применять полученные знания при решении практических задач в области прикладной электрохимии	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете