

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)**

**Спектроскопические методы исследования электрохимических процессов**

**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): **Спектроскопические методы исследования электрохимических процессов**
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)

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>СПК-1.С.</b> Способность использовать общие представления о природе явлений и процессов в электрохимических системах для решения задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> методы исследования межфазных границ и кинетики электродных процессов
<b>СПК-4.С.</b> Способность планировать, организовывать и проводить электрохимический эксперимент, корректно обрабатывать его результаты	<b>Владеть:</b> основными навыками организации электрохимических исследований (с возможностью параллельных спектроскопических/дифракционных измерений)

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 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 78 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 36 часов – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 4 часа промежуточная аттестация), 66 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. Спектроскопия in situ в «обычных» конфигурациях электрохимических систем (видимая область)	56	20	18				38	18		18
Раздел 2. Спектроскопические методы, накладывающие ограничения на конфигурацию электрохимических систем	50	16	18				34	16		16
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	38			2		4	6	32		32
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	<b>78</b>	<b>66</b>		<b>66</b>

## 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 размещены на сайте на странице <http://www.elch.chem.msu.ru/rus/wp/index.php/surfaces/>.

## 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

### Основная литература

1. Методы измерения в электрохимии Т.1 и 2 / Под ред. Егера Э., Залкинда А. М.: Мир. 1987.
2. Бродский А.М., Урбах М.И. Электродинамика границы металл/электролит. М.: Наука, 1989.

### Дополнительная литература

1. Catalysis and electrocatalysis at nanoparticle surfaces / Eds. A.Wieckowski, E.R.Savinova, C.G.Vayenas. N.Y.: Marcel Dekker. Inc., 2003.
  2. Russell E.A., Rose A. X-ray absorption spectroscopy of low temperature fuel cell catalysts // Chem. Rev. 2004. V.104. P.4613-4635.
  3. Com R.M., Higgins D.A. Optical second harmonic generation as a probe of surface chemistry // Chem. Rev. 1994. V.94. P.107-125.
  4. Vidal F., Tadjeddin A. Sum-frequency generation spectroscopy of interfaces // Rep. Prog. Phys. 2005. V.68. P.1095-1127.
- 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 - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

#### **Вопросы к экзамену:**

1. Какие ограничения на использование капилляра Луггина накладывает конфигурация ячейки для *in situ* ИК-спектроскопических измерений?
2. Какие искажения вольтамперограмм ожидаются при *in situ* электрохимических измерениях в ампуле для реализации ЭПР-спектроскопии?
3. Какой интервал углов падения света можно реализовать в ячейке для оптических измерений в видимой области, сохраняя корректную конфигурацию трехэлектродной ячейки с разделенными пространствами?
4. Какой фактор шероховатости платинового электрода с видимой поверхностью 9 мм<sup>2</sup> позволяет проводить измерения в ячейке с объемом электролита (1 М NaOH) 0.1 мл без существенного изменения pH раствора?
5. Предложите алгоритм тестирования искажений электрохимических откликов в ячейке с неразделенными пространствами и квази-электродом сравнения.
6. Предложите алгоритм обработки вольтамперометрического отклика, полученного в ячейке для *in situ* измерений, с целью исправления на неизбежный омический вклад в измеряемые величины потенциала.

#### **Примеры заданий и задач к экзамену:**

1. Дайте прогноз SNIFTIRS спектров для адсорбции молекулы пиридина на золотом электроде, используя предоставленную серию данных по зависимости дифференциальной емкости этого электрода от потенциала в растворах с разными концентрациями пиридина. Предложите изотерму для реалистичного описания адсорбции в такой системе.

2. Кварцевый микрорезонатор с собственной частотой 8 МГц используется для *in situ* исследования адсорбции на платине, нанесенной на поверхность кристалла кварца. При калибровке по адсорбции монослоя меди из сернокислого раствора с добавкой 0.01 М CuSO<sub>4</sub> изменение частоты кристалла составило 18 Гц. Постройте зависимость изменения частоты от потенциала в растворе фона, используя вольтамперограммы поликристаллической платины в растворе 0.5 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

3. В плоской тонкослойной электрохимической ячейке (100 мкм) с геометрической площадью поверхности рабочего электрода 1 см<sup>2</sup> исследуется адсорбция водорода и кислорода на платинированной платине. При каких факторах шероховатости полученные отклики не будут искажаться изменениями pH раствора?

4. В микроячейку сканирующего туннельного микроскопа с квази-электродом сравнения из тонкой медной проволоки введено 0.01 мл сернокислого раствора 0.01 М CuSO<sub>4</sub>. Оцените при какой площади поверхности образца (рабочего электрода), на котором проводится осаждение монослоев адатомов меди, потенциал такого электрода сравнения в ходе экспериментов будет смещаться не более чем на 1 мВ.

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

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

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
Знать: методы исследования межфазных границ и кинетики электродных процессов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Владеть: основными навыками организации электрохимических исследований (с возможностью)	мероприятия текущего контроля

параллельных спектроскопических/дифракционных измерений)

успеваемости, устный опрос на экзамене