

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/

«14» июня 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Процессы переноса электрона в химических системах**

**Уровень высшего образования:**  
Подготовка кадров высшей квалификации

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.06.01 Химические науки

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Электрохимия 02.00.05

**Форма обучения:**  
Очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №4 от № 4 от 03 июня 2015 г.)

Москва 2015

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 04.06.01 «Химические науки» на основе Образовательного стандарта, самостоятельно установленного МГУ имени М.В.Ломоносова (далее – ОС МГУ), утвержденного Приказом № 552 от 23.06.2014 г. по МГУ с учетом изменений в ОС МГУ, внесенных Приказом №831 по МГУ от 31.08.2015 г..

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/ 2020

1. Наименование дисциплины **Процессы переноса электрона в химических системах**

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки. Направленность программы **Электрохимия**.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Вариативная часть ООП, тип дисциплины «д» - дисциплина (модуль), которую учащийся может освоить на выбор из списка предложенных (электив) и не обязательно в период обучения, отмеченный в базовом учебном плане (4 семестр 2 год обучения).

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>СПК-1:</b> Способность использовать современные экспериментальные электрохимические методы, самостоятельно определять подходы к решению научных и научно-технических задач в области электрохимии, выбирать и развивать методики исследований	<b>Знать</b> Основные количественные соотношения моделей, описывающих электрохимические системы, процессы и явления <b>Уметь</b> выбирать экспериментальные методы и модели, необходимые для исследования конкретных электрохимических систем

6. Объем дисциплины (модуля) 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 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 60 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (16 часов - занятия лекционного типа, 20 часов семинарского типа, 16 часов групповые консультации, 4 часа мероприятия текущего контроля успеваемости, 4 часа мероприятия промежуточной аттестации), 48 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.*

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

Знание химической термодинамики и химической кинетики в объеме программы специалитета/магистратуры химических факультетов классических университетов

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации дисциплины по 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 коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Раздел 1. Гомогенный перенос электрона	52	8	10	8	-	2	28	24	-	24
Раздел 2. Гетерогенный перенос электрона	52	8	10	8	-	2	28	24	-	24

<b>Промежуточная аттестация зачет</b>	4						4			
<b>Итого</b>	<b>108</b>	16	20	16	-	4	<b>60</b>			<b>48</b>

9. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).

Используются следующие технологии: традиционные лекции с использованием мультимедийных презентаций; лекции проблемного характера. Преподавание дисциплины проводится в форме авторского курса по программе, составленной на основе результатов исследований, проведенных зарубежными, советскими и российскими учеными, в том числе, принадлежащих к школе МГУ.

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Методические указания к самостоятельной работе расположены на сайте <http://www.elch.chem.msu.ru/>.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### **Основная литература**

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: Химия, 2001; второе издание - М.: КолосС-Химия, 2006.
2. Schmickler W, Santos E. Interfacial Electrochemistry, 2nd Edition. Springer, 2010.

#### **Дополнительная литература**

1. Багоцкий В.С. Основы электрохимии. Л.: Химия, 1988.
2. Корыта И., Дворжак И., Богачкова В. Электрохимия. М.: Мир, 1977.
3. Феттер К. Электрохимическая кинетика. М.: Химия, 1967.
4. Фрумкин А.Н., Багоцкий В.С., Иофа З.А., Кабанов Б.Н. Кинетика электродных процессов. М.: изд-во МГУ,

- Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

#### **Интернет-ресурсы**

1. Учебные материалы (презентации лекций, также методические указания к самостоятельной работе расположены на сайте <http://www.elch.chem.msu.ru/>.
2. Электронная библиотека РФФИ <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

3. Доступ к коллекциям книг и журналов издательства "Elsevier". <http://www.sciencedirect.com/>
4. Доступ к коллекциям книг и журналов издательства "Springer". <http://www.springerlink.com>
5. Доступ к коллекциям журналов издательства "American Chemical Society (ACS)". <http://www.pubs.acs.org>
6. Доступ к коллекциям журналов издательства "The Royal Society of Chemistry". <http://pubs.rsc.org/>
7. Доступ к реферативным базам данных <http://www.scopus.com> и <http://www.isiknowledge.com>

- Описание материально-технической базы.

Кафедра электрохимии имеет материально-техническую базу, обеспечивающую проведение всех предусмотренных учебной программой аспирантов видов теоретической и практической подготовки. Специальные аудитории на кафедре имеют: мультимедиа-проектор с экраном, персональные компьютеры (в том числе ноутбуки), оснащенные всеми необходимыми программами, базами данных и выходом в интернет, оргтехнику (принтеры и сканеры), учебные материалы на электронных носителях.

Презентации лекций, а также вспомогательный материал для самостоятельной работы доступен аспирантам на сайте <http://www.elch.chem.msu.ru/rus/prg5.htm>

12. Язык преподавания - русский

13. Преподаватели:

д.х.н., профессор, Цирлина Галина Александровна, кафедра электрохимии химического факультета МГУ, [tsir@elch.chem.msu.ru](mailto:tsir@elch.chem.msu.ru), 13-21.

#### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

1. Планируемые результаты обучения приведены в п.5
2. Материалы для промежуточной аттестации

**Пример задач (из статьи):** Проанализировать экспериментальные данные по зависимости констант скорости переноса электрона от природы растворителя, приведенные в статье Fawcett W.R., Opallo M., J. Phys. Chem., 96 (1992) 2920-2924, с целью разделить вклады статического и динамического эффектов растворителя. Сравнить результаты модельных оценок энергии реорганизации растворителя по оригинальной формуле Маркуса и по ее исправленной версии, используемой авторами статьи (среднесферическое приближение).

### Пример вопросов для собеседования на зачете:

1. Какие параметры, описывающие скорость гомогенных реакций переноса электрона в растворе, зависят от расстояния между реагентами?

Стр. 6 из 10

2. Какие параметры, описывающие скорость гетерогенных реакций переноса электрона на заряженной межфазной границе, зависят от природы материала электрода?

3. Какие параметры, описывающие кинетику реакций переноса электрона, зависят от ионного состава и концентрации раствора?

4. В чем заключаются сходство и различия реакций гомогенного и гетерогенного переноса электрона, протекающих в условиях электростатического отталкивания?

5. Каковы требования к модельным реагентам для исследования кинетики переноса электрона в растворах?

6. Какие осложнения возникают при интерпретации данных о переносе электрона к реагентам, "пришитым" к поверхности при помощи функционализированных алкантиолов?

7. Какой ряд модельных реагентов можно использовать для выявления ориентационных эффектов в кинетике переноса электрона?

8. Какова тенденция изменения скорости переноса электрона на один и тот же реагент в экспериментах с раствором в воде при 20 С и раствором в глицерине при 50 С? Для оценок самостоятельно найдите необходимые справочные данные.

9. Как влияет соадсорбция с анионами на перенос заряда с адатомов меди на платиновый электрод в ряду галогенид-анионов?

10. Как влияет соадсорбция с водородом на перенос заряда с адсорбированных галогенид-анионов на золотой электрод?

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проводится по билетам. Уровень знаний оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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	2	3	4	5

Результат				
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 неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач