

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Электрохимические методы анализа**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Аналитическая химия

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

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 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

---

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ОПК-1.С.</b> Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<b>ОПК-1.С.1.</b> Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных	<b>Уметь</b> анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, <b>Уметь:</b> самостоятельно составлять план исследования <b>Владеть</b> навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения
<b>СПК-1.С.</b> Способен использовать знания об основных закономерностях современных методов химического анализа (спектроскопических, хроматографических, электрохимических, методов разделения и концентрирования и пр.) при решении задач профессиональной деятельности	<b>СПК-1.С.1</b> предлагает методы химического анализа, адекватные поставленной задаче исследования	<b>Знать:</b> теоретические основы современных электрохимических методов анализа. <b>Уметь:</b> выбирать электрохимические методы химического анализа, адекватные поставленной задаче исследования <b>Владеть:</b> навыками использования знаний о физических основах современных электрохимических методов при решении задач профессиональной деятельности
<b>СПК-2.С.</b> Способен применять законы, лежащие в основе различных методов химического анализа, при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных	<b>СПК-2.С.1.</b> Использует физические законы и закономерности при интерпретации и обсуждении результатов аналитических экспериментов, представленных в литературе и полученных при решении поставленных задач	<b>Уметь:</b> использовать физические законы и закономерности при интерпретации и обсуждении результатов электрохимических экспериментов, представленных в литературе и полученных при решении поставленных задач <b>Владеть:</b> навыками интерпретации и обсуждения результатов электрохимических экспериментов.

3. 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 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 44 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часов – занятия семинарского типа, 4 часа – групповые консультации, 4 часа – про-*

межуточный контроль успеваемости), 28 часов составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен

**знать:** место электрохимических методов в практике химического анализа, их значение; физико-химические основы электрохимических методов анализа; области применения, достоинства и недостатки различных электрохимических методов анализа; основные приемы электрохимических методов анализа и принципы работы основных приборов, используемых для этих целей.

**уметь:** выбирать и обосновывать схемы электрохимических методов анализа в зависимости от природы определяемых веществ, а также условий эксперимента; обсуждать результаты проведенного исследования; ориентироваться в современной литературе по теории методов и их применению в различных областях науки и производства.

**владеть:** основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими электрохимические методы и применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных; навыками планирования и осуществления химического анализа, основанном на электрохимических методах.

5. 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
Тема 1 Введение: электрохимическая термодинамика и кинетика	8	2	2				4	2	2	4

Тема 2. Массоперенос в аналитической химии	10	2	2		2		6	2	2	4
Тема 3. Вольтамперометрия	18	6	4	2			12	2	4	6
Тема 4. Ионметрия	10	4	2				6	2	2	4
Тема 5. Биоэлектрокатализ и биосенсоры	14	4	4	2			10	2	2	4
Тема 6. Решение практических задач	10		4				4		6	6
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	2						2	2		
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>44</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>28</b>

#### 6. 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.

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

Студентам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу. Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

#### Основная литература

1. Р. Комpton, К. Банкс: Постигая вольтамперометрию. Изд-во Томского политехнического института, 2016.
2. J. Wang: Analytical Electro-chemistry. New York (Wiley). 2006.

3. A.J. Bard, L.R. Faulkner. Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications New York (Wiley). 2001.
4. C. Gabrielli: Identification of Electrochemical Processes by Frequency Response Analysis. London (Solartron Analytical). 1998.

### **Дополнительная литература**

1. E. Barsoukov, J.R. Macdonald: Impedance Spectroscopy Theory, Experiment, and Applications New York (Wiley). 2005.
2. З. Галюс. Теоретические основы электрохимического анализа. Москва (Мир). 1974.

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

9. Язык преподавания – русский

### **10. Преподаватели:**

1. Карякин Аркадий Аркадьевич, д.х.н., профессор; aak@analyt.chem.msu.ru.
2. Осипова Елена Андреевна, к.х.н., доцент; osipova@analyt.chem.msu.ru.

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

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

### **Вопросы к зачету**

1. Что служит аналитическим сигналом в электрохимических методах анализа?
2. Каковы различия между равновесными и неравновесными электрохимическими системами?
3. Назовите основные требования к индикаторному электроду и электроду сравнения.
4. Что такое равновесный потенциал?
5. Что такое ионселективные электроды? Назовите их основные виды.
6. Какими свойствами должна обладать мембрана, пригодная для изготовления ионселективного электрода?
7. Что такое электродная функция и время отклика ионселективного электрода?
8. Чем обусловлена высокая селективность электродов с кристаллическими мембранами?
9. Что такое электрогенерированный титрант? Назовите три способа его получения и приведите примеры.
10. Назовите общее достоинство и преимущество кулонометрии и гравиметрии перед другими методами анализа.
11. Как можно улучшить соотношение аналитический сигнал/шум ( $IF/Ic$ ) в вольтамперометрии?
12. Что такое циклическая вольтамперометрия? Какие характеристики электродного процесса можно изучить этим методом?

13. В чем суть инверсионной вольтамперометрии? Чем обусловлена очень высокая чувствительность метода? 28. Как выбирают условия проведения амперометрического титрования? Какие индикаторные электроды используют в амперометрическом титровании?
14. Каков тип проводимости для металлических индикаторных электродов первого рода и мембранных электродов?
15. Какие типы мембран используют для изготовления ИСЭ?
16. Как устроен стеклянный электрод? Какие факторы влияют на его работу (функцию)?
17. Какие требования предъявляют к электродам сравнения? Приведите их примеры.
18. Сформулируйте законы Фарадея. Как определяют количество электричества в прямой кулонометрии и в кулонометрическом титровании?
19. Каковы преимущества кулонометрического титрования перед классической титриметрией?
20. Какие характеристики вольтамперограммы лежат в основе качественного и количественного анализа?

### 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
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
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: теоретические основы современных электрохимических методов анализа.	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
<b>Уметь</b> анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, <b>Уметь:</b> самостоятельно составлять план исследования <b>Уметь:</b> выбирать электрохимические методы химического анализа, адекватные поставленной зада-	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете

<p>че исследования</p> <p><b>Уметь:</b> использовать физические законы и закономерности при интерпретации и обсуждении результатов электрохимических экспериментов, представленных в литературе и полученных при решении поставленных задач</p>	
<p><b>Владеть</b> навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования знаний о физических основах современных электрохимических методов при решении задач профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> навыками интерпретации и обсуждения результатов электрохимических экспериментов.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>