

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)

Ионные жидкости в экстракции и электрохимических методах 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	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
СПК-2.С. Способен применять законы, лежащие в основе различных методов химического анализа, при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных	СПК-2.С.1. Использует физические законы и закономерности при интерпретации и обсуждении результатов аналитических экспериментов, представленных в литературе и полученных при решении поставленных задач	Знать: законы, лежащие в основе экстракционных и электроаналитических методов. Уметь: выбирать и обосновывать схемы экстракционного разделения и концентрирования с применением ионных жидкостей для извлечения органических соединений и ионов металлов и электроаналитических методов в зависимости от природы определяемых микрокомпонентов и характера сопутствующих веществ, а также условий эксперимента. Владеть: основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими принципы экстракционных и электроаналитических методов и применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.
СПК-3.С. Способен сопоставлять возможности и области применения, достоинства и недостатки различных методов аналитической химии	СПК-3.С.1 планирует схему анализа с учетом возможностей конкретного метода	Знать: достоинства и недостатки, связанные с применением ионных жидкостей в экстракции и электроаналитических методах. Уметь: сопоставлять возможности и области применения различных экстракционных и электроаналитических методов, использующих ионные жидкости. Владеть: навыками планирования и осуществления химического анализа, включающего стадию экстракционного выделения и/или электрохимического анализа с использованием ионных жидкостей.

		использующих ионные жидкости. Владеть: Владеть: навыками планирования и осуществления химического анализа, включающего стадию экстракционного выделения и/или электрохимического анализа с использованием ионных жидкостей.
СПК-4.С. Способен анализировать научную литературу с целью выбора методов для решения конкретных аналитических задач, самостоятельно планировать исследования	СПК-4.С.1 Сопоставляет данные разных источников и предлагает возможные способы решения конкретных аналитических задач	Знать: основные поисковые системы, базы данных и ведущие периодические издания по аналитической химии. Уметь: анализировать научную литературу с целью выбора экстракционных и электроаналитических методов, использующих ионные жидкости, для решения конкретных аналитических задач. Владеть: навыками к интерпретации и обсуждению результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе по теории и практике экстракционных и электроаналитических методов, использующих ионные жидкости.

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 36 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 12 часов – занятия семинарского типа, 4 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 36 часов составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен

Знать: место экстракционных и электрохимических методов в практике химического анализа, их значение; физико-химические основы экстракционного разделения и концентрирования, физико-химические основы электрохимических методов анализа; области применения, достоинства и недостатки, связанные с использованием ионных жидкостей в этих методах; основные приемы экстракционного разделения и концентрирования микрокомпонентов, электрохимического анализа и принципы работы соответствующих приборов.

Уметь: выбирать и обосновывать схемы экстракционного выделения и концентрирования, электроаналитические методы для определения органических соединений и ионов металлов, в зависимости от природы выделяемых микрокомпонентов и характера сопутствующих 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 принципы экстракционного разделения и концентрирования, а также электрохимического анализа, и применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных; навыками планирования и осуществления химического анализа, включающего стадию экстракционного выделения и концентрирования и/или электрохимического анализа с использованием ионных жидкостей.

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.п.	Всего
Раздел 1. Ионные жидкости в аналитической химии	22	6	4	0	0		10	4	8	12
Раздел 2. Ионные жидкости в экстракции	24	6	4	2	0		12	4	8	12
Раздел 3. Ионные жидкости в электрохимических методах анализа	24	6	4	2	0		12	4	8	12
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	2					2	2			

Итого	72	18	12	4	0	2	36	12	24	36
--------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

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.

Вопросы для тестовых опросов:

Раздел 1 Ионные жидкости в аналитической химии.

- 1.1. Общие сведения об ионных жидкостях. Ионные жидкости и возможные подходы к их классификации.
- 1.2. Важнейшие свойства ионных жидкостей. Влияние структуры ионной жидкости на физико-химические свойства. Требования, предъявляемые к ионным жидкостям с точки зрения применения в аналитической химии.
- 1.3. Температура плавления и стеклования, термическая стабильность. Факторы, влияющие на температуру плавления ионных жидкостей.
- 1.4. Вязкость, электрическая проводимость, токсичность ионных жидкостей. Факторы, влияющие на эти свойства ИЖ.
- 1.5. Растворяющая способность ионных жидкостей и сольватация в ИЖ. Полярность ионных жидкостей и способы оценки полярности растворителей. Смешиваемость с водой. Гидрофильные и гидрофобные ИЖ.
- 1.6. Растворимость ионных жидкостей в воде и растворимость воды в ИЖ.
- 1.7. Новые ионные жидкости с высоким содержанием воды.
- 1.8. Основные области применения ионных жидкостей.
- 1.9. Ионные жидкости в методах разделения и концентрирования.
- 1.10. Ионные жидкости в электрохимическом анализе.
- 1.11. Ионные жидкости в газовой хроматографии и электрофорезе.
- 1.12. Ионные жидкости в масс-спектрометрии.

Раздел 2. Ионные жидкости в экстракции.

- 2.1. Ионные жидкости в методах разделения. Экстракционные свойства ионных жидкостей.
- 2.2. Сравнение свойств ионных жидкостей со свойствами традиционных растворителей. Место ИЖ в ряду экстракционных растворителей.

- 2.3. Особенности экстракции ионизирующихся соединений в ионные жидкости.
- 2.4. Экстракция биологически важных соединений (аминокислот, биогенных аминов, белков) в ионные жидкости.
- 2.5. Особенности экстракция фенолов, аминов, кислот, полифункциональных соединений, органических реагентов в ионные жидкости.
- 2.6. Сравнение экстрагирующей способности ионных жидкостей, содержащих катион четвертичного аммония, ИЖ на основе катиона замещенного имидазолия, а также ряда традиционных органических растворителей.
- 2.7. Новые ионные жидкости с высоким содержанием воды в экстракции. Распределение органических реагентов в гидрофобно-гидрофильные ИЖ.
- 2.8. Понятие о координационно-инертных и координационно-активных ИЖ. Высокоспециализированные ИЖ.
- 2.9. Экстракция ионов металлов в координационно-инертные ИЖ в присутствии комплексообразующих реагентов.
- 2.10. Особенности экстракции щелочных и щелочно-земельных металлов в присутствии макроциклических реагентов. Сравнение механизма извлечения ионов металлов в ИЖ с механизмом извлечения в традиционные растворители.
- 2.11. Экстракция ионов переходных металлов в ИЖ в присутствии комплексообразующих реагентов. Экстракция металлов в имидазолиевые ИЖ.
- 2.12. Экстракция ионов металлов в координационно-активные и высокоспециализированные ИЖ.
- 2.13. Экстракционные свойства ионных жидкостей на основе катионов тетраалкиламмония и тетраалкилфосфония. Особенности извлечения металлов в ионные жидкости, содержащие карбоксилатные ФАГ в составе аниона.
- 2.14. Новые ионные жидкости с высоким содержанием воды для экстракции ионов металлов в отсутствие комплексообразующих реагентов.
- 2.15. Экстракция комплексов металлов с гидрофильными органическими реагентами в гидрофобно-гидрофильные ИЖ.
- 2.16. Сочетание экстракции ионов металлов в ИЖ с последующими методами определения. Объекты анализа. Особенности микроэкстракционного концентрирования. Требования, предъявляемые к растворителям в микроэкстракции.
- 2.17. Основные направления применения ИЖ в микроэкстракции.
- 2.18. Применение ИЖ в микроэкстракция с диспергированием растворителя.
- 2.19. Получения тонкодисперсных эмульсий ИЖ в водном растворе под действием ультразвукового, микроволнового воздействия.
- 2.20. Дисперсионная микроэкстракция с *in situ* образованием ионной жидкости в ходе реакции метатезиса.
- 2.21. Совместимость микроэкстракционного концентрирования с участием ИЖ с последующим методом определения.
- 2.22. Ионные жидкости в капельной микроэкстракции и мембранной экстракции.
- 2.23. Особенности микроэкстракционного концентрирования ионов металлов, органических и биологически важных соединений.
- 2.24. Понятие о двухфазных водных системах, традиционные двухфазные водные системы на основе водных растворы некоторых полимеров (полиэтиленгликоль, декстран, поливиниловый спирт и др.).
- 2.25. Двухфазные водные системы на основе ионных жидкостей. Преимущества таких систем перед традиционными.
- 2.26. Влияние природы катиона и аниона ИЖ на способность к образованию двухфазных систем. Неорганические и органические соли в качестве высаливателей в двухфазных водных системах на основе ИЖ.

Раздел 3. Ионные жидкости в электрохимических методах анализа.

- 3.1. Использование ИЖ в вольтамперометрии, преимущества и недостатки. Примеры практического применения.
- 3.2. Способы увеличения аналитического сигнала при использовании ИЖ в качестве фонового электролита.
- 3.3. Использование ИЖ для создания амперометрических сенсоров. Примеры практического применения.
- 3.4. Влияние природы ИЖ на параметры работы модифицированных планарных электродов?
- 3.5. Роль фталоцианина кобальта и катионообменника «Nafion» в повышении интенсивности и стабильности аналитического сигнала.
- 3.6. Современные тенденции использования ИЖ в вольтамперометрии.
- 3.7. Связь строения ИЖ и возникновения потенциометрического отклика к ионам разного заряда.
- 3.8. Определение растворимости ИЖ в воде и критической концентрации мицеллообразования методом ионометрии.
- 3.9. Ионообменные и пластифицирующие свойства ИЖ, их использование при создании ИСЭ.
- 3.10. Использование печатных планарных электродов, модифицированных ИЖ.
- 3.11. Преимущества ИЖ, твердых при комнатной температуре, для создания ИСЭ?
- 3.12. Примеры использования ИСЭ на основе ИЖ для анализа реальных объектов.
- 3.13. Ансамбль твердотельных потенциометрических сенсоров для анализа многокомпонентных систем

Примеры вопросов и задач для контрольных работ:

1. Какие характеристики ионных жидкостей следуют из их относительно высокой энергии когезии?
2. Как выглядит типичная зависимость температуры плавления органических солей – потенциальных ионных жидкостей - в гомологическом ряду от длины радикала (например, для солей катионов алкилметилимидазолия с одним и тем же анионом при переменной длине алкила)?
3. За счет чего некоторые ионные жидкости (например, хлорид бутилметилимидазолия, BMImCl) способны растворять целлюлозу? Как можно выделить растворенную целлюлозу «обратно» и как это можно использовать в аналитической химии?
4. Какие свойства ионных жидкостей делают их удачными стационарными фазами для капиллярной газовой хроматографии? Как можно, если необходимо, снизить нежелательный эффект снижения вязкости таких стационарных фаз при повышении температуры?
5. Когда появилась первая работа, указавшая на существование ионной при комнатной температуре жидкости? Кто ее автор и что это за жидкость?
6. Что такое классические ионные жидкости? В чем их достоинства и недостатки в экстракции перед традиционными растворителями?
7. Кратко охарактеризуйте особенности экстракции ионизирующихся соединений в имидазолиевые и аммониевые ионные жидкости.
8. Что такое комплексообразующие ИЖ? В чем их преимущество и недостатки?
9. Что такое двухфазная водная система на основе ионных жидкостей? Какие компоненты в нее входят? В чем преимущество таких систем перед традиционными, для каких целей их можно использовать?
10. Какие функции в экстракционной системе может выполнять ионная жидкость (рассмотрите на примере экстракции ионов металлов)?
11. Каковы возможные механизмы экстракции металлов в ионные жидкости? От чего зависит реализация того или иного?
12. Перечислите разновидности микроэкстракционного концентрирования в которых применяют ионные жидкости. Какие преимущества дает использование ионных жидкостей в них.
13. Какие свойства ионных жидкостей (ИЖ) делают их привлекательными для электрохимических методов анализа?

14. Перечислите возможные функции ИЖ в ион-селективных электродах.
15. Назовите основные направления использования ИЖ в вольтамперометрии.
16. Какое применение находят печатные электроды, модифицированные ИЖ, в электрохимических методах анализа?

Примерные темы рефератов.

1. Свойства ионных жидкостей и применение в анализе.

- 1.1. Ионные жидкости – новые экстрагенты для концентрирования органических соединений.
- 1.2. Ионные жидкости – эвтектики.
- 1.3. Сравнение свойств ионных жидкостей со свойствами традиционных растворителей.
- 1.4. Ионные жидкости для масс-спектрометрии.
- 1.5. Ионные жидкости для хроматографии.
- 1.6. Токсичность ионных жидкостей.
- 1.7. Термоморфные ионные жидкости.

2. Ионные жидкости в экстракции

- 2.1. Экстракция биологически важных соединений в ионные жидкости.
- 2.2. Гидрофильно-гидрофобные ионные жидкости для экстракции органических соединений и ионов металлов.
- 2.3. Ионные жидкости в микроэкстракции.
- 2.4. Микроэкстракционное концентрирование в ионные жидкости, полученные *in situ*.
- 2.5. Применение двухфазных водных систем на основе ИЖ для экстракции биологически важных соединений.
- 2.6. Комплексообразующие ионные жидкости для экстракции ионов металлов.
- 2.7. Применение ионных жидкостей для экстракции из неводных растворов.

3. Ионные жидкости в электрохимических методах анализа.

- 3.1. Определение растворимости ионных жидкостей в воде методом прямой потенциометрии.
- 3.2. Планарные печатные электроды, модифицированные ИЖ, в вольтамперометрии.
- 3.3. Экстракционно-вольтамперометрические методы анализа с использованием ИЖ.
- 3.4. ИСЭ с пластифицированной мембраной и планарные печатные электроды на основе ИЖ в ионометрии.
- 3.5. Использование ИСЭ на основе ионных жидкостей для анализа реальных объектов.
- 3.6. Композиции на основе ИЖ и наноматериалов в вольтамперометрии и ионометрии.

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. Pletnev I.V., Smirnova S.V., Egorov V.M. Liquid-Liquid Extraction of Organic Compounds. In: Ionic Liquids in Chemical Analysis. Ed. By M. Koel. CRC Press, 2008. pp. 243-267.
2. Smirnova S.V., Samarina T.O., O., Pletnev I.V. Novel ionic liquids for liquid-liquid extraction. In: Analytical Applications of Ionic Liquids. Ed. By M. Koel. World scientific. 2016. pp. 139-188.
3. Асланов Л.А., Захаров М.А., Абрамычева Н.Л. Ионные жидкости в ряду растворителей. М.: Изд-во МГУ, 2005. 272 с.
4. Шведене Н.В., Чернышов Д.В., Плетнев И.В. Ионные жидкости в электрохимических сенсорах. Российский химический журнал. 2008. Т.52, №2. С.80-91.

Дополнительная литература

1. Плетнев И.В., Смирнова С.В., Хачатрян К.С., Зернов В.В. Применение ионных жидкостей в экстракции. Российский химический журнал. 2004. Т. 48. С.51-59.
2. Smirnova S.V., Torocheshnikova I.I., Formanovsky A.A., Pletnev I.V. Solvent extraction of amino acids into a room temperature ionic liquid with dicyclohexano-18-crown-6. Anal. Bioanal. Chem., 2004, v. 378, pp. 1369-1375.
3. Egorov V.M., Smirnova S.V., Pletnev I.V. Highly efficient extraction of phenols and aromatic amines into novel ionic liquids incorporating quaternary ammonium cation. Separation and Purification Technology, 2008, 63, 710-715.
4. Egorov V.M., Djigailo D.I., Momotenko D.S., Chernyshov D.V., Torocheshnikova I.I., Smirnova S.V., I.V. Pletnev. Task-specific ionic liquid trioctylmethylammonium salicylate as extraction solvent for transition metal ions. Talanta, 2010, v. 80, N3, 1177-1182.
5. Smirnova S.V., Samarina T.O., O., Pletnev I.V. Hydrophobic-hydrophilic ionic liquids for the extraction and determination of metal ions with water-soluble reagents. Analytical Methods. 2015 v. 7. pp. 9629-9635.
6. Самарина Т.О., Ильин Д.В., Плетнев И.В., Золотов Ю.А. Метод возникающего растворителя: экстракция ионов металлов из водных растворов в образующуюся in situ ионную жидкость. Докл. Акад. наук. 2016. Т. 469, № 6. С. 691-693.
7. Чернышов Д.В., Шведене Н.В., Антипова Э.Р., Плетнев И.В. Ionic liquid-based miniature electrochemical sensors for the voltammetric determination of catecholamines. Anal. Chim. Acta. 2008.V. 621. P.178-184
8. Ржевская А.В., Шведене Н.В., Плетнев И.В. Solidified ionic liquid as crystalline sensing element of the bromide selective electrode. Sens. Actuators B, Chem. 2014. V. 193.P. 563-567
9. Gourishetty R., Crabtree A.M., Sanderson W.M., Johnson R.D. Anion-selective electrodes based on ionic liquid membranes: effect of ionic liquid anion on observed response. Anal. Bioanal. Chem. 2011.V.400. P. 3025-3033.

- Материально-техническое обеспечение: занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами), персональным компьютером и мультимедийным проектором

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

1. Плетнев Игорь Владимирович, д.х.н., в.н.с.; pletnev@analyt.chem.msu.ru.
2. Смирнова Светлана Валерьевна, к.х.н., доцент; sv_v_smirnova@mail.ru

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

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

Вопросы к зачету

1. Общие сведения об ионных жидкостях. Классификация ионных жидкостей.
2. Важнейшие свойства ионных жидкостей. Влияние структуры ионной жидкости на физико-химические свойства. Требования, предъявляемые к ионным жидкостям с точки зрения применения в аналитической химии.
3. Температура плавления и стеклования, термическая стабильность. Факторы, влияющие на температуру плавления ионных жидкостей.
4. Вязкость, электрическая проводимость, токсичность ионных жидкостей. Факторы, влияющие на эти свойства ИЖ.
5. Растворяющая способность ионных жидкостей и сольватация в ИЖ. Полярность ионных жидкостей и способы оценки полярности растворителей. Смешиваемость с водой и другими растворителями. Гидрофильные и гидрофобные ИЖ.
6. Растворимость ионных жидкостей в воде и растворимость воды в ИЖ. Новые ионные жидкости с высоким содержанием воды.
7. Основные области применения ионных жидкостей, в том числе и в аналитической химии.
8. Сравнение свойств ионных жидкостей со свойствами традиционных растворителей. Место ИЖ в ряду экстракционных растворителей.
9. Особенности экстракции ионизирующихся соединений в ионные жидкости.
10. Экстракция биологически важных соединений (аминокислот, биогенных аминов, белков) в ионные жидкости.
11. Особенности экстракция фенолов, аминов, кислот, полифункциональных соединений, органических реагентов в ионные жидкости.
12. Сравнение экстрагирующей способности ионных жидкостей, содержащих катион четвертичного аммония, ИЖ на основе катиона замещенного имидазолия, а также ряда традиционных органических растворителей.
13. Новые ионные жидкости с высоким содержанием воды в экстракции. Распределение органических реагентов в гидрофобно-гидрофильные ИЖ.

14. Ионные жидкости в методах разделения. Экстракционные свойства ионных жидкостей.
15. Сравнение свойств ионных жидкостей со свойствами традиционных растворителей. Место ИЖ в ряду экстракционных растворителей.
16. Особенности экстракции ионизирующихся соединений в ионные жидкости.
17. Экстракция биологически важных соединений (аминокислот, биогенных аминов, белков) в ионные жидкости.
18. Особенности экстракция фенолов, аминов, кислот, полифункциональных соединений, органических реагентов в ионные жидкости.
19. Сравнение экстрагирующей способности ионных жидкостей, содержащих катион четвертичного аммония, ИЖ на основе катиона замещенного имидазолия, а также ряда традиционных органических растворителей.
20. Новые ионные жидкости с высоким содержанием воды в экстракции. Распределение органических реагентов в гидрофобно-гидрофильные ИЖ.
21. Особенности микроэкстракционного концентрирования.
22. Требования, предъявляемые к растворителям в микроэкстракции.
23. Основные направления применения ИЖ в микроэкстракции.
24. Применение ИЖ в микроэкстракция с диспергированием растворителя.
25. Получения тонкодисперсных эмульсий ИЖ в водном растворе под действием ультразвукового, микроволнового, вибрационного (vortex) воздействия.
26. Дисперсионная микроэкстракция с *in situ* образованием ионной жидкости в ходе реакции метатезиса.
27. Совместимость микроэкстракционного концентрирования с участием ИЖ с последующим методом определения.
28. Ионные жидкости в капельной микроэкстракции и мембранной экстракции.
29. Особенности микроэкстракционного концентрирования ионов металлов, органических и биологически важных соединений.
30. Понятие о двухфазных водных системах, традиционные двухфазные водные системы на основе водных растворов некоторых полимеров (полиэтиленгликоль, декстран, поливиниловый спирт и др.).
31. Двухфазные водные системы на основе ионных жидкостей. Преимущества таких систем перед традиционными.
32. Влияние природы катиона и аниона ИЖ на способность к образованию двухфазных систем. Неорганические и органические соли в качестве высаливателей в двухфазных водных системах на основе ИЖ. Применение двухфазных водных систем на основе ИЖ для экстракции белков, аминокислот, антибиотиков, алкалоидов, а также ионов металлов.
33. Принцип метода вольтамперометрии. Аппаратура, индикаторные электроды.
34. Использование ИЖ в качестве фоновых электролитов, «рабочее окно» поляризации ИЖ.
35. Экстракционно-вольтамперометрическое определение катехоламинов и фенолов с использованием ИЖ.. Факторы, влияющие на величину аналитического сигнала в среде ИЖ.
36. Использование планарных печатных электродов, модифицированных ИЖ в вольтамперометрии.
37. Использование металлокомплексных реагентов и катионообменника «Nafion» для улучшения характеристик вольтамперометрического определения катехоламинов.
38. Современные тенденции использования ИЖ в вольтамперометрии..
39. Основы метода прямой потенциометрии с ионселективными электродами. Аппаратура.

40. Пластифицирующие и ионообменные свойства ИЖ, создание ИСЭ для определения гидрофобных органических ионов.
41. Использование ИСЭ на основе ионных жидкостей для для контроля ионогенных ПАВ в водах, моющих жидкостях.
42. Определение растворимости ионных жидкостей в воде методом прямой потенциометрии.
43. Ионные жидкости с температурой плавления выше комнатной, их использование для конструирования твердотельных потенциометрических сенсоров на основе печатных электродов.
44. Связь строения ионных жидкостей с селективностью отклика к целевым ионам.
45. Влияние материала токоотвода и введения медиатора на характеристики твердотельного потенциометрического датчика.
46. Использование твердотельных ИСЭ на основе ионных жидкостей для анализа реальных объектов.

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
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p>Уметь: применять основные закономерности экстракционных и электроаналитических методов, использующих ионные жидкости, при решении задач профессиональной деятельности.</p> <p>Уметь выбирать и обосновывать схемы экстракционного разделения и концентрирования с применением ионных жидкостей для извлечения органических соединений и ионов металлов и электроаналитических методов в зависимости от природы определяемых микрокомпонентов и характера сопутствующих веществ, а также условий эксперимента.</p> <p>Уметь: сопоставлять возможности и области применения различных экстракционных и электро-</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете

<p>аналитических методов, использующих ионные жидкости.</p> <p>Уметь: анализировать научную литературу с целью выбора экстракционных и электроаналитических методов, использующих ионные жидкости, для решения конкретных аналитических задач.</p>	
<p>Владеть: формами и методами научного познания применительно к аналитическому использованию ионных жидкостей.</p> <p>Владеть: основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими принципы экстракционных и электроаналитических методов и применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.</p> <p>Владеть: навыками планирования и осуществления химического анализа, включающего стадию экстракционного выделения и/или электрохимического анализа с использованием ионных жидкостей.</p> <p>Владеть: навыками к интерпретации и обсуждению результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе по теории и практике экстракционных и электроаналитических методов, использующих ионные жидкости.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>