

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)**

**Методы разделения и концентрирования**

**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

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)
<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>Знать:</b> законы, лежащие в основе различных методов разделения и концентрирования. <b>Уметь:</b> выбирать и обосновывать схемы разделения и концентрирования органических соединений и ионов металлов в зависимости от природы выделяемых микрокомпонентов и характера сопутствующих веществ, а также условий эксперимента. <b>Владеть:</b> основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими принципы разделения и концентрирования и применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.
<b>СПК-3.С.</b> Способен сопоставлять возможности и области применения, достоинства и недостатки различных методов аналитической химии	<b>СПК-3.С.1</b> Планирует схему анализа с учетом возможностей конкретного метода	<b>Знать:</b> достоинства и недостатки различных методов разделения и концентрирования. <b>Уметь:</b> сопоставлять возможности и области применения различных методов разделения и концентрирования. <b>Владеть:</b> навыками планирования и осуществления химического анализа, включающего стадию разделения и концентрирования микрокомпонентов.
<b>СПК-4.С.</b> Способен анализировать научную литературу с целью выбора методов для решения конкретных аналитических задач, самостоятельно планировать исследования	<b>СПК-4.С.1</b> Сопоставляет данные разных источников и предлагает возможные способы решения конкретных аналитических задач	<b>Знать:</b> основные поисковые системы, базы данных и ведущие периодические издания по аналитической химии. <b>Уметь:</b> анализировать научную литературу с целью выбора методов разделения и концентрирования для решения конкретных аналитических задач. <b>Владеть:</b> навыками к интерпретации и обсуждения результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе по теории и практике методов разделения и концентрирования.

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 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 62 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 20 часов – занятия семинарского типа, 4 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 46 часов составляет самостоятельная работа студента.*

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

Обучающийся должен

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

**уметь:** выбирать и обосновывать схемы разделения и концентрирования 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 разделения и концентрирования 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 разделения и концентрирования микрокомпонентов.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации	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	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов. П.	<b>Всего</b>
Раздел 1. Общая характеристика методов разделения и концентрирования	12	4	4				8	2	2	4
Раздел 2. Методы разделения и концентрирования органических соединений	22	12	6				18	2	2	4
Раздел 3. Методы разделения и концентрирования элементов	20	10	4	2			16	2	2	4
Раздел 4. Решение практических задач	18	10	6				16	2		2
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	36					4	4			32
<b>Итого</b>	<b>108</b>	36	20	2		4	<b>62</b>			<b>46</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.

### *Вопросы для тестовых опросов:*

#### **Раздел 1. Общая характеристика методов разделения и концентрирования.**

- 1.1. Назовите основные виды концентрирования.
- 1.2. Что такое коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициенты разделения?
- 1.3. При каких значениях коэффициентов разделения и коэффициентов распределения достигается количественное разделение веществ?
- 1.4. Может ли быть достигнуто количественное разделение веществ А и В, если их коэффициенты распределения равны и?
- 1.5. Дайте определение следующих понятий: экстракция, экстрагент, разбавитель, экстракт.
- 1.6. Укажите различия между константой и коэффициентом распределения.
- 1.7. Для какого типа частиц константа и коэффициент распределения обычно равны?
- 1.8. От каких факторов зависит степень извлечения вещества экстракционным методом?
- 1.9. Каким образом степень извлечения связана с коэффициентом распределения?
- 1.10. Каким должен быть минимальный коэффициент распределения, обеспечивающий извлечение 95% растворенного вещества из 100,0 мл водного раствора экстракцией: 1) двумя порциями по 25,0 мл; 2) пятью порциями по 10,0 мл?
- 1.11. Перечислите основные способы осуществления экстракции.
- 1.12. Дайте определение следующих понятий: сорбция, сорбент, элюент.
- 1.13. Какие виды взаимодействия существуют между веществом и сорбентом?
- 1.14. В каких координатах строят изотермы сорбции?
- 1.15. Перечислите основные способы осуществления сорбции.

#### **Раздел 2. Методы разделения и концентрирования органических соединений.**

- 2.1. Какие экстрагенты используют для экстракции органических соединений?
- 2.2. Что такое высаливающий эффект?
- 2.3. Какие физико-химические характеристики органических соединений влияют на их экстракцию?
- 2.4. Почему экстракция ионизированных органических соединений зависит от рН?
- 2.5. Что такое сверхкритический флюид? Какие сверхкритические флюиды чаще всего используют в методе сверхкритической флюидной экстракции?
- 2.6. Как осуществляют сверхкритическую флюидную экстракцию?

2.7. В чем разница между газовой экстракцией в открытых и закрытых системах?

2.8. Сформулируйте критерии, по которым выбирают сорбенты для сорбционного концентрирования органических соединений. Приведите примеры таких сорбентов.

### **Раздел 3. Методы разделения и концентрирования элементов.**

3.1. Назовите основные типы экстрагентов, используемых для извлечения ионов металлов, и группы экстрагирующихся соединений.

3.2. Какие из перечисленных органических растворителей (бензол, хлороформ, диэтиловый эфир, метилизобутилкетон) следует использовать для экстракции комплексных кислот?

3.3. Сформулируйте критерии, по которым выбирают сорбенты для сорбционного концентрирования ионов металлов. Приведите примеры таких сорбентов.

3.4. Обоснуйте преимущества комплексообразующих сорбентов перед ионообменными при сорбционном извлечении ионов металлов.

3.5. Укажите различия между выпариванием и отгонкой с предварительным химическим превращением.

3.6. Как осуществляют сухую и мокрую минерализацию?

### **Примеры вопросов и задач для контрольных работ:**

1. Дайте определение понятию коэффициент разделения. Укажите условия разделения двух веществ А и В, если объемы фаз равны.

2. Перечислите факторы, влияющие на экстракцию элементов в виде координационно несольватированных и координационно сольватированных нейтральных соединений.

3. Перечислите основные способы осуществления экстракции. Опишите, как осуществляют микроэкстракцию в отдельную каплю, и перечислите основные преимущества и недостатки этого способа.

4. Известно, что параметры Ханша (логарифмы константы распределения в системе вода – октанол) для 2-нафтиламина ( $pK_b = 9,9$ ) и 2,4,6-тринитрофенола ( $pK_a = 0,42$ ) равны 2,27 и 2,03 соответственно. Изобразите графически зависимость логарифма коэффициента распределения от pH и укажите интервал pH, пригодный для разделения этих соединений.

5. Ионы  $Co^{2+}$  экстрагируются раствором 8-гидроксихинолина (НОх) в  $CHCl_3$  в виде комплекса  $Co(Ox)_2(NOx)_2$ . Напишите уравнение реакции и выражение для константы экстракции. Изобразите зависимость  $lgD - lg[НОх]$  при  $pH = const$ . Какую информацию и как можно получить из этой зависимости?

6. Коэффициент распределения бензойной кислоты в системе вода-бутилацетат равен 30. Рассчитайте степень извлечения бензойной кислоты, а также ее концентрацию в органической фазе после экстракции из 100,0 мл  $1,0 \cdot 10^{-3}M$  раствора а) 100,0 мл бутилацетата; б) 20,0 мл бутилацетата; в) четырьмя порциями бутилацетата по 5 мл. В каком случае и во сколько раз удалось сконцентрировать бензойную кислоту?

7. Изучено распределение салициловой кислоты между равными объемами воды и хлороформа. Известно, что константа распределения салициловой кислоты равна 3,25, а коэффициент распределения при pH 3,00 равен 1,3. Рассчитайте константу диссоциации салициловой

кислоты.

Метод дисперсии матрицы с твердым сорбентом. Теоретические основы и практическое применение. Перечислите основные преимущества и недостатки этого способа извлечения аналитов из твердой матрицы.

8. Метод пробоподготовки QuEChERS. Теоретические основы и практическое применение. Опишите способ осуществления QuEChERS. Перечислите основные преимущества и недостатки этого способа извлечения аналитов из твердых матриц.

9. Опишите, как осуществляют экстракцию в субкритических условиях, и перечислите основные факторы, влияющие на эффективность экстрагирования.

10. Экстракция субкритической водой. Перечислите основные преимущества и недостатки этого способа извлечения аналитов из твердых матриц.

11. Метод твердофазной экстракции. Теоретические основы метода и его практическое применение. Опишите способ осуществления твердофазной экстракции.

12. Метод твердофазной микроэкстракции. Теоретические основы метода и его практическое применение. Опишите способ осуществления твердофазной микроэкстракции.

13. Метод магнитной твердофазной экстракции. Теоретические основы метода и его практическое применение. Опишите способ осуществления магнитной твердофазной экстракции.

14. Метод экстракции палочкой магнитной мешалки (Stir bar sorptive extraction). Теоретические основы метода и его практическое применение. Опишите способ осуществления экстракции палочкой магнитной мешалки.

15. Чем различаются полимерные сорбенты Oasis HLB, Oasis MCX и Oasis MAX. К каким типам сорбентов (универсальным, бифункциональным или селективным) относится каждый из перечисленных сорбентов? Объясните принцип действия сорбента с ограниченно доступной поверхностью.

16. Перечислите основные типы углеродных наносорбентов. Объясните, с чем связана высокая эффективность извлечения органических соединений различных классов на углеродных наносорбентах.

17. Опишите подход к получению полимеров с молекулярными отпечатками (молекулярный импринтинг). В чем заключается основное отличие этих сорбентов от остальных полимерных сорбентов? Перечислите факторы, влияющие на сорбционные свойства полимеров с молекулярными отпечатками.

18. Сформулируйте критерии, по которым выбирают сорбенты для сорбционного концентрирования ионов металлов. Перечислите требования к сорбентам и приведите примеры сорбентов, нашедших применение для сорбционного концентрирования ионов металлов.

19. Перечислите основные типы сорбентов для концентрирования элементов: комплексообразующие сорбенты с привитыми группами, сорбенты, нековалентно модифицированные комплексообразующими реагентами, гетероцепные сорбенты, активные угли. Приведите примеры их использования.

20. Объясните, в чем разница между комплексообразующими сорбентами с привитыми группами и сорбентами, нековалентно модифицированными комплексообразующими реагентами. Какие факторы влияют на сорбционные свойства комплексообразующих сорбентов?

21. Химически модифицированные кремнеземы для концентрирования ионов металлов. Способы получения химически модифицированных кремнеземов: метод иммобилизации и метод поверхностной сборки. Принцип выбора функционально-аналитических групп.

22. Для определения сорбционной способности ионов железа и титана в две склянки поместили по 0,5 г сорбента (воздушно - сухого ка-

тионообменника КУ – 2 в  $H^+$  – форме), 1,00 мл растворов сульфата титана и сульфата железа, содержащих по 1 мг Fe (Ti) и 49,00 мл 0,5 М раствора  $H_2SO_4$ . После установления равновесия количество непоглощенных ионов железа составило 0,004 мг, ионов титана – 0,025 мг. Определите коэффициент распределения и коэффициент разделения указанных элементов при данных условиях. *Ответ:*  $D_{Fe} = 24,9$  л/г;  $D_{Ti} = 3,8$  л/г;  $\alpha_{Fe/Ti} = 6,4$ .

23. К 2 л сточной воды добавили 10 г катионита КУ-2-8 и установили pH 6. Известно, что в этих условиях ионы  $Cu^{2+}$  и  $Ni^{2+}$  сорбируются с коэффициентами распределения 1000 и 300 мл/г соответственно. После десорбции в концентрате химическим анализом обнаружено 35,0 мг  $Cu^{2+}$  и 7,3 мг  $Ni^{2+}$ . Какова концентрация этих ионов в сточной воде?

### **Примерные темы рефератов.**

#### **1. Современные методы разделения и концентрирования органических соединений и элементов.**

- 1.1. Экстракция ионов металлов краун-эфирами и макроциклическими соединениями.
- 1.2. Ионные жидкости – новые экстрагенты для концентрирования органических соединений.
- 1.3. Применение полимеров с молекулярными отпечатками для селективного выделения органических соединений из вод, пищевых продуктов и биологических объектов.
- 1.4. Применение пенополиуретанов для сорбционного концентрирования органических соединений из вод.
- 1.5. Способы интенсификации методов разделения и концентрирования.
- 1.6. Твердофазная дисперсия матрицы – новый метод пробоподготовки пищевых продуктов.

#### **2. Сочетание концентрирования с методами определения**

- 2.1. Особенности сочетания методов концентрирования органических соединений с хроматографическими методами анализа.
- 2.2. Сочетание твердофазной микроэкстракции органических соединений с их последующим определением методом газовой хроматографии.
- 2.3. Сочетание экстракционного концентрирования элементов со спектроскопическими методами определения.
- 2.4. Особенности сочетания метода генерации гидридов с атомно-абсорбционным методом анализа.
- 2.5. Сочетание концентрирования со спектрофотометрией.

#### **3. Применение методов концентрирования в анализе различных объектов.**

- 3.1. Применение жидкость-жидкостной экстракции при определении органических соединений в природных и сточных водах.
- 3.2. Применение твердофазной экстракции при определении органических соединений в природных и сточных водах.
- 3.3. Основные методы концентрирования при определении органических соединений в почвах.
- 3.4. Основные методы концентрирования при определении тяжелых металлов в водах.
- 3.5. Основные методы концентрирования при определении тяжелых металлов в почвах.
- 3.6. Основные методы концентрирования при определении токсикантов в пищевых продуктах.
- 3.7. Основные методы концентрирования при определении токсикантов в биологических объектах.

## 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. Дмитриенко С.Г., Торочешникова И.И., Апяри В.В., Толмачева В.В. Методические указания к курсу «Методы разделения и концентрирования». Под ред. Т.Н.Шеховцовой. Москва: Изд-во МГУ, 2019 г. 28с.
2. Дмитриенко С.Г., Смирнова С.В., Хатунцева Л.Н., Торочешникова И.И. Методы разделения и концентрирования. Методическое пособие для студентов химического факультета. М.: Изд. МГУ, Химфак. 2008. 197 с.
3. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы. / Под ред. Ю.А. Золотова. Учебное пособие для вузов. Алов Н.В., Барбалат Ю.А., Брыкина Г.Д., Гармаш А.В., Дмитриенко С.Г., Долманова И.Ф., Прохорова Г.В., Осипова Е.А., Шаповалова Е.Н., Шеховцова Т.Н., Торочешникова И.И. ISBN 5-06-004029-1, М.: Высшая школа, 2002. 412 с.
1. Прикладной химический анализ: практическое руководство /Под ред. Т.Н.Шеховцовой, О.А. Шпигуна, М.В. Попика. М.: Изд-во МГУ, 2010.-456 с. ISBN 978-5-211-05563-6. Часть I. С. 8 – 100.
2. Москвин Л.М., Родинков О.В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Л.: Интеллект.2012. 336 с.
3. Золотов Ю.А., Цизин Г.И., Дмитриенко С.Г., Моросанова Е.И. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов. Применение в неорганическом анализе. М.: Наука, 2007. 320 с.

### Дополнительная литература

1. Кузьмин Н.М., Золотов Ю.А. Концентрирование следов элементов. М.: Наука. 1988.
2. Концентрирование следов органических соединений/ Под ред. Н.М.,Кузьмина. М.: Наука. 1990.
3. Цюпко Т.Г., Дмитриенко С.Г., Темердашев З.А., Воронова О.Б. Объекты окружающей среды и их аналитический контроль. Методы отбора и подготовки проб. Методы разделения и концентрирования. Кн. 1 Краснодар: ООО Арт-офис, 2007.
4. Другов Ю.С., Родин А.А., Кашмет В.В. Пробоподготовка в экологическом анализе М.: Лаб-Пресс, 2005.
5. Майстренко В.Н.,Клюев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М.: Бином, 2004.
6. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязнений почвы и опасных отходов. М.: Бином, 2007.
7. Другов Ю.С., Родин А.А.Контроль безопасности и качества продуктов питания и товаров детского ассортимента М.: Бином, 2012.
8. Макроциклические соединения в аналитической химии. / Под ред. Ю.А. Золотова и Н.М. Кузьмина. М.: Наука, 1993.
9. Дмитриенко С.Г., Апяри В.В. М. Пенополиуретаны. Сорбционные свойства и применение в химическом анализе. М.: URSS, 2009.

- 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. Дмитриенко Станислава Григорьевна, д.х.н., профессор; [dmitrienko@analyt.chem.msu.ru](mailto:dmitrienko@analyt.chem.msu.ru)
2. Торочешникова Ирина Ивановна, к.х.н., доцент; [irinato48@mail.ru](mailto:irinato48@mail.ru).

#### **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.2.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Виды концентрирования. Классификация методов разделения и концентрирования по природе процессов, лежащих в их основе. Классификация методов разделения и концентрирования по числу и природе фаз матрицы и концентрата.
2. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения.
3. Основные количественные характеристики экстракции: константа распределения, коэффициент распределения, степень извлечения, константа экстракции. Способы осуществления жидкость-жидкостной экстракции. Способы повышения эффективности и селективности экстракционного концентрирования.
4. Классификация экстракционных систем по природе экстрагентов (кислотные, основные и нейтральные экстрагенты) и типу экстрагируемого соединения (неионизированные соединения и ионные ассоциаты).
5. Принцип жестких и мягких кислот и оснований Пирсона (ЖМКО) и его применение для прогнозирования экстракционного поведения металлов в различных экстракционных системах. Экстракция элементов в виде координационно несольватированных и координационно сольватированных нейтральных соединений.
6. Экстракция элементов в виде хелатов. Факторы, влияющие на экстракцию координационно насыщенных и ненасыщенных хелатов, катионных и анионных хелатов.
7. Экстракция элементов в виде комплексных металлокислот. Факторы, влияющие на экстракцию. Гидратно-сольватный механизм экстракции.
8. Экстракция органических соединений. Факторы, влияющие на экстракцию: природа растворителя, состав водной фазы, природа экстрагирующегося соединения.

9. Ионные жидкости и их применение для жидкость-жидкостной экстракции ионов металлов и органических соединений.
10. Способы интенсификации жидкостной экстракции из твердых матриц.
11. Основные количественные характеристики сорбции: коэффициент распределения, емкость сорбента, изотермы сорбции. Способы осуществления сорбции. Способы повышения эффективности и селективности сорбционного концентрирования.
12. Основные типы сорбентов для концентрирования элементов: комплексообразующие сорбенты с привитыми группами, сорбенты, нековалентно модифицированные комплексообразующими реагентами, гетероцепные сорбенты, активированные угли. Требования к сорбентам.
13. Основные типы сорбентов для концентрирования органических соединений: химически модифицированные кремнеземы, полимерные сорбенты, углеродные сорбенты. Требования к сорбентам.
14. Полимеры с молекулярными отпечатками и их применение для концентрирования органических соединений.
15. Сверхкритическая флюидная экстракция. Теоретические основы и практическое применение.
16. Метод твердофазной экстракции. Теоретические основы и практическое применение.
17. Метод твердофазной микроэкстракции. Теоретические основы и практическое применение.
18. Метод магнитной твердофазной экстракции. Теоретические основы и практическое применение.
19. Метод дисперсии матрицы с твердым сорбентом. Теоретические основы и практическое применение.
20. Метод пробоподготовки QuEChERS. Теоретические основы и практическое применение.
21. Дистилляционные методы. Теоретические основы и практическое применение.
22. Газовая экстракция. Теоретические основы и практическое применение.
23. Мембранные методы разделения веществ. Теоретические основы и практическое применение.
24. Основные методы концентрирования ионов металлов и органических соединений в природных и сточных водах. Подходы и критерии выбора метода.
25. Основные методы концентрирования ионов металлов и органических соединений в почвах. Подходы и критерии выбора метода.
26. Основные методы концентрирования органических соединений в воздухе. Подходы и критерии выбора метода.
27. Основные методы концентрирования ионов металлов и органических соединений в пищевых продуктах. Подходы и критерии выбора метода.
28. Основные методы концентрирования ионов металлов и органических соединений в биологических жидкостях. Подходы и критерии выбора метода.
29. Основные методы концентрирования ионов металлов и органических соединений в почвах. Подходы и критерии выбора метода.
30. Основные методы концентрирования примесей в особо чистых веществах. Подходы и критерии выбора метода.

### 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>				
<b>Оценка</b>	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 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><b>Уметь</b> анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы,</p> <p><b>Уметь:</b> применять основные закономерности методов разделения и концентрирования при решении задач профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать и обосновывать схемы разделения и концентрирования органических соединений и ионов металлов в зависимости от природы выделяемых микрокомпонентов и характера сопутствующих веществ, а также условий эксперимента.</p> <p><b>Уметь:</b> сопоставлять возможности и области применения различных методов разделения и концентрирования.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p><b>Владеть:</b> основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими принципы разделения и концентрирования и применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.</p> <p><b>Владеть</b> навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации с целью выбора методов разделения и концентрирования для решения конкретных аналитических задач.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками планирования и осуществления химического анализа, включающего стадию разделения и концентрирования микрокомпонентов.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>

