

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.





\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Комбинированные методы анализа Б1.В.ОД.12

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Аналитическая химия

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Гарифзянов А.Р.

**Рецензент(ы):**

Будников Г.К.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Евтюгин Г. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 729117

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Гарифзянов А.Р. Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Airat.Garifzyanov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Формирование у студентов представления о роли методов разделения и концентрирования в современной аналитической химии. Сочетание этих методов с последующим физико-химическим определением позволяет разработать наиболее чувствительные и селективные методики для определения микрокомпонентов в самых разнообразных объектах

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.12 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина 'Комбинированные методы анализа' находится в составе вариативной части дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 'Химия', профилю 'Аналитическая химия'. Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, приобретенные обучающимися в курсах 'Неорганическая химия', 'Органическая химия', 'Физическая химия', включенных в образовательную программу бакалавриата. Изучение данной дисциплины позволяет студенту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) для продолжения профессионального образования в магистратуре по направлению подготовки 'Химия'.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|---|---|
| ОК-7<br>(общекультурные компетенции)    | готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала  |
| ОПК-1<br>(профессиональные компетенции) | способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач                                   |
| ОПК-3<br>(профессиональные компетенции) | способностью использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности   |
| ПК-3<br>(профессиональные компетенции)  | владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания   |
| ПСК-1                                   | способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия в профессиональной деятельности в соответствии с выбранной специализацией |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

место методов разделения и концентрирования в современной аналитической химии, теоретические основы методов пробоподготовки

2. должен уметь:

проводить стандартные процедуры пробоподготовки и получения аналитов при проведении анализа различных объектов

3. должен владеть:

методологией выбора методов вскрытия проб и пробоподготовки при анализе различных объектов

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях; готовность работать на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях; готовность владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способность проводить оценку возможных рисков.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля   | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |   |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Введение.<br>Методы современной<br>аналитической химии.   | 8       | 1                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 2. | Тема 2. Вскрытие<br>пробы. Вскрытие проб<br>растворимых,<br>малорастворимых и<br>трудно-растворимых<br>веществ. | 8       | 2                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 3. | Тема 3. Аналитические<br>автоклавы.   | 8       | 3                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 4. | Тема 4. Роль и место<br>методов разделения и<br>концентрирования в<br>современной<br>аналитической химии.       | 8       | 4                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |

| N   | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля   | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|-----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|     |   |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 5.  | Тема 5. Дистилляция и родственные методы.   | 8       | 5                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 6.  | Тема 6. Управляемая кристаллизация.   | 8       | 6                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 7.  | Тема 7. Осаждение и соосаждение.  | 8       | 7                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 8.  | Тема 8. Сорбционные методы концентрирования и разделения.   | 8       | 8                  | 2   | 0                       | 0                      | Контрольная работа        |
| 9.  | Тема 9. Флотация. Фильтрация. Микрофильтрация. Обратный осмос и другие мембранные методы.   | 8       | 9                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 10. | Тема 10. Экстракционные методы.   | 8       | 10                 | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 11. | Тема 11. Экстракция в анализе органических соединений.  | 8       | 11                 | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 12. | Тема 12. Круглый стол. Аддитивность констант распределения органических соединений. Параметры гидрофобности. Солевые эффекты (всаливание и высаливание) при экстракции органических соединений. | 8       | 12                 | 2   | 0                       | 0                      |                           |

| N   | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля   | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|-----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|     |   |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 13. | Тема 13. Экстракция ионных ассоциатов. Экстракция в анализе природных вод на содержание органических токсикантов (нефтепродукты, фенолы, СПАВы и т.д.). Экстракция хелатов. Селективность и эффективность экстракционных процессов. | 8       | 13                 | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 14. | Тема 14. Контрольная работа   | 8       | 14                 | 2   | 0                       | 0                      | Контрольная работа        |
|     | Тема . Итоговая форма контроля  | 8       |                    | 0   | 0                       | 0                      | Зачет                     |
|     | Итого   |         |                    | 28  | 0                       | 0                      |                           |

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение. Методы современной аналитической химии.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

1. Введение. Методы современной аналитической химии. Основные стадии химического анализа и их взаимосвязь с метрологическими характеристиками результатов анализа. Особенности анализа следовых количеств органических и неорганических соединений. Пробоотбор. Особенности отбора проб твердых веществ. Обеспечение представительности пробы сыпучих материалов, геологических образцов, руд, минералов, почв. Отбор проб жидких веществ. Пробоотбор в анализе природных и сточных вод, технологических жидкостей. Отбор проб газообразных веществ. Пробоотбор при анализе воздуха. Отбор проб технологических газовых смесей. Обеспечение представительности проб. Хранение проб. Консервирование проб.

### Тема 2. Вскрытие пробы. Вскрытие проб растворимых, малорастворимых и трудно-растворимых веществ.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

2. Вскрытие пробы. Классификация веществ по сложности вскрытия. Вскрытие проб растворимых веществ. Требования к качеству воды при определении микрокомпонентов. Методы очистки воды. Дистилляция, ионный обмен, обратный осмос - достоинства и недостатки. Получение бесфенольной и безаммиачной воды. Посуда для вскрытия проб. Посуда из фторопласта, кварца, стеклоглерида, полипропилена и других полимерных материалов. Вскрытие проб малорастворимых и труднорастворимых веществ. Жидкофазное вскрытие труднорастворимых веществ. Метод сплавления. Щелочные, кислые и окислительные плавни. Особенности проведения процесса. Потери легколетучих элементов при сплавлении. Требования к качеству используемых реагентов и посуды. Сухая и мокрая минерализация проб органических веществ. Применение СВЧ-излучения и ультразвука для интенсификации процессов жидкофазного вскрытия. Применение низкотемпературной кислородной плазмы для вскрытия проб органических веществ.

### Тема 3. Аналитические автоклавы.

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

3. Автоклавное вскрытие проб труднорастворимых веществ. Аналитические автоклавы, их устройство, принцип действия. Преимущества автоклавного вскрытия проб. Предельные режимы работы автоклавов. Техника безопасности при работе с аналитическими автоклавами. Особенности вскрытия проб при анализе высокочистых веществ. Деструкция труднорастворимых веществ в газовой фазе. Устройство автоклавов для деструкции в газовой фазе. Вскрытие проб с внутриавтоклавной перегонкой кислот. Особенности вскрытия проб биологических объектов в автоклавах. Принципы выбора метода вскрытия труднорастворимых и органических веществ.

**Тема 4. Роль и место методов разделения и концентрирования в современной аналитической химии.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

4. Роль и место методов разделения и концентрирования в современной аналитической химии. Области применения методов. Количественные характеристики концентрирования и разделения. Степень извлечения. Коэффициент концентрирования. Коэффициент селективности. Взаимосвязь между концентрированием и пределами обнаружения аналитических методик. Индивидуальное и групповое концентрирование. Абсолютное и относительное концентрирование. Удаление матрицы и выделение микрокомпонентов. Классификация методов разделения и концентрирования. Химические и физико-химические методы. Классификация Ю.А.Золотова. Принципы выбора методов разделения и концентрирования. Сочетание методов разделения и концентрирования.

**Тема 5. Дистилляция и родственные методы.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

5. Дистилляция и родственные методы. Выпаривание. Основные преимущества дистилляционных методов разделения и концентрирования. Применение выпаривания при анализе природных и сточных вод. Простая перегонка и ректификация. Молекулярная перегонка. Сублимация. Лиофильная сушка. Отгонка после химических превращений. Отгонка галогенидов, оксидов. Генерация летучих гидридов, применение в атомно-абсорбционной спектроскопии.

**Тема 6. Управляемая кристаллизация.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

6. Высокотемпературные равновесия в системах расплав - твердое тело. Управляемая кристаллизация - основные принципы и аппаратура. Направленная кристаллизация. Зонная плавка как один из основных методов получения особо чистых веществ. Возможности применения зонной плавки для аналитических целей. Пробирная плавка в анализе благородных металлов. История пробирной плавки. Основные принципы метода. Тигельная и шерберная плавка. Шихтование. Состав шихты. Флюсы, коллекторы, восстановители. Веркблей, королек, корточка. Особенности пробирной плавки при определении платиновых металлов. Коллекторы для платиновых металлов. Сульфидноникелевый коллектор, его уникальные свойства. Другие пирометаллургические методы. Частичное окисление матрицы кислородом воздуха. Сочетание пробирной плавки с современными физическими методами анализа.

**Тема 7. Осаждение и соосаждение.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

7. Осаждение и соосаждение. Требования, предъявляемые к осадкам. Основные классы малорастворимых соединений, используемые в анализе. Осаждение матрицы. Осаждение микрокомпонентов. Соосаждение микроэлементов. Неорганические соосаждители. Смешанные коллекторы. Соосаждение с применением органических реагентов. Современные тенденции в использовании соосаждения.

**Тема 8. Сорбционные методы концентрирования и разделения.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

8. Сорбционные методы концентрирования и разделения. Изотерма сорбции. Адсорбция, абсорбция, капиллярная конденсация. Хемосорбция и селективность сорбции. Сорбционная емкость. Определение сорбционной емкости. Динамическая и статическая сорбция. Сорбенты. Активированные угли. Неорганические сорбенты. Ионообменные смолы. Катиониты, аниониты и амфолиты. Хелатообразующие сорбенты. Сорбенты с привитыми функциональными группами. Гетероцепные полимерные сорбенты. Преимущества хелатообразующих сорбентов.

#### **Тема 9. Флотация. Фильтрация. Микрофильтрация. Обратный осмос и другие мембранные методы.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

9. Области применения флотации. Флотация как метод концентрирования. Флотореагенты. Флотация после соосаждения. Ионная флотация. Фильтрация. Микрофильтрация. Ультрамикрофильтрация. Обратный осмос и другие мембранные методы.

#### **Тема 10. Экстракционные методы.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

10. Экстракционные методы в аналитической химии. Термодинамические параметры экстракционных процессов. Изотерма экстракции. Константа распределения. Коэффициент распределения. Константа экстракции. Кинетика экстракции. Влияние различных факторов на скорость экстракции. Классификация экстракционных систем. Экстракция в анализе органических соединений. Особенности сольватации органических соединений в водной и органической фазах. Требования, предъявляемые к экстрагентам. Экстракция нейтральных органических соединений. Экстракция органических кислот и оснований, амфолитов. Влияние pH на коэффициент распределения и степень извлечения органических соединений, содержащих ионогенные группы.

#### **Тема 11. Экстракция в анализе органических соединений.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

11. Аддитивность констант распределения органических соединений. Гидрофильные и гидрофобные эффекты. Природа гидрофобного эффекта. Параметры гидрофобности. Двухфазная система вода - октанол, применение для определения  $\log P$ . Компьютерные методы расчета  $\log P$  органических соединений. Солевые эффекты (всаливание и высаливание) при экстракции органических соединений. Экстракция ионных ассоциатов. Экстракция в анализе природных вод на содержание органических токсикантов (нефтепродукты, фенолы, СПАВы и т.д.). Сочетание экстракции с хроматографическим и фотометрическим определением.

#### **Тема 12. Круглый стол. Аддитивность констант распределения органических соединений. Параметры гидрофобности. Солевые эффекты (всаливание и высаливание) при экстракции органических соединений.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

12. Экстракция неорганических соединений. Классификация экстракционных систем при экстракции неорганических соединений. Экстракция хелатов. Механизмы экстракции. Кинетические факторы в экстракции ионов металлов хелатообразующими экстрагентами. Селективность и эффективность экстракционных процессов. Влияние природы металла и структуры хелатообразующего реагента на термодинамические параметры экстракции. Влияние pH и конкурирующих процессов на степень извлечения. Методы исследования экстракции неорганических веществ. Экстракционно-фотометрический анализ.

#### **Тема 13. Экстракция ионных ассоциатов. Экстракция в анализе природных вод на содержание органических токсикантов (нефтепродукты, фенолы, СПАВы и т.д.). Экстракция хелатов. Селективность и эффективность экстракционных процессов.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

13. Экстракция легкоплавкими экстрагентами. Техника осуществления и реагенты для экстракции легкоплавкими экстрагентами. Мембранная экстракция. Мембранная экстракция во множественной эмульсии. Мембранная экстракция с импрегнированными жидкими мембранами. Матрицы для удержания жидкой мембраны. Растворители и переносчики для мембранной экстракции. Факторы, влияющие на скорость мембранной экстракции.



## Тема 14. Контрольная работа

### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Контрольная работа

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N   | Раздел Дисциплины  | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|--|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1.  | Тема 1. Введение. Методы современной аналитической химии.  | 8       | 1               | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 2.  | Тема 2. Вскрытие пробы. Вскрытие проб растворимых, малорастворимых и трудно-растворимых веществ. | 8       | 2               | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 3.  | Тема 3. Аналитические автоклавы.   | 8       | 3               | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 4.  | Тема 4. Роль и место методов разделения и концентрирования в современной аналитической химии.    | 8       | 4               | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 5.  | Тема 5. Дистилляция и родственные методы.  | 8       | 5               | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 6.  | Тема 6. Управляемая кристаллизация.  | 8       | 6               | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 7.  | Тема 7. Осаждение и соосаждение.   | 8       | 7               | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 8.  | Тема 8. Сорбционные методы концентрирования и разделения.  | 8       | 8               | подготовка к контрольной работе       | 3                      | контрольная работа                    |
| 9.  | Тема 9. Флотация. Фильтрация. Микрофильтрация. Обратный осмос и другие мембранные методы.        | 8       | 9               | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 10. | Тема 10. Экстракционные методы.  | 8       | 10              | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 11. | Тема 11. Экстракция в анализе органических соединений.   | 8       | 11              | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |

| N   | Раздел Дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 12. | Тема 12. Круглый стол. Аддитивность констант распределения органических соединений. Параметры гидрофобности. Солевые эффекты (всаливание и высаливание) при экстракции органических соединений.                                     | 8       | 12              | подготовка домашнего задания          | 4                      | домашнее задание                      |
| 13. | Тема 13. Экстракция ионных ассоциатов. Экстракция в анализе природных вод на содержание органических токсикантов (нефтепродукты, фенолы, СПАВы и т.д.). Экстракция хелатов. Селективность и эффективность экстракционных процессов. | 8       | 13              | подготовка домашнего задания          | 3                      | домашнее задание                      |
| 14. | Тема 14. Контрольная работа   | 8       | 14              | подготовка к контрольной работе       | 4                      | контрольная работа                    |
|     | Итого   |         |                 |                                       | 44                     |                                       |

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- компьютерное интерактивное тестирование по разделам 1-6
- компьютерное интерактивное тестирование по разделам 7-13
- круглый стол по разделу 12

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Введение. Методы современной аналитической химии.

домашнее задание , примерные вопросы:

Основные стадии химического анализа и их взаимосвязь с метрологическими характеристиками результатов анализа. Пробоотбор. Особенности отбора проб твердых, жидких и газообразных веществ. Представительность пробы. Факторы, влияющие на представительность пробы. Консервирование проб.

## **Тема 2. Вскрытие пробы. Вскрытие проб растворимых, малорастворимых и трудно-растворимых веществ.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Источники погрешностей на стадии вскрытия проб. Вскрытие проб растворимых веществ. Требования к качеству используемой воды и реагентов. Жидкофазное вскрытие мало- и труднорастворимых веществ. Сплавление. Выбор плавней.

## **Тема 3. Аналитические автоклавы.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Преимущества автоклавного вскрытия проб. Деструкция труднорастворимых веществ в газовой фазе. Вскрытие с внутриавтоклавной перегонкой кислот. Особенности вскрытия проб при анализе высокочистых веществ. Вскрытие проб биологических объектов.

## **Тема 4. Роль и место методов разделения и концентрирования в современной аналитической химии.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Области применения методов разделения и концентрирования. Количественные характеристики концентрирования и разделения. Индивидуальное и групповое концентрирование. Абсолютное и относи-тельное концентрирование. Удаление матрицы и выделение микрокомпонентов. Классификация методов разделения и концентрирования.

## **Тема 5. Дистилляция и родственные методы.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Равновесия в системе жидкость- газ и твердое тело - газ. Выпаривание. Ректификация. Молекулярная перегонка. Сублимация. Лиофильная сушка. Отгонка после химических превращений.

## **Тема 6. Управляемая кристаллизация.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Равновесие расплав - кристаллическое тело. Механизм роста твердой фазы. Методы контроля скорости и направления роста кристаллической фазы из расплава. Поведение примесей при кристаллизации. Пробирная плавка. Шихтование. Выбор компонентов шихты. Коллекторы для золота, серебра и платиновых металлов. Шерберная и тигельная плавка. Купелирование. Другие пирометаллургические методы

## **Тема 7. Осаждение и соосаждение.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Равновесия в системах раствор - твердое тело. Требования, предъявляемые к осадкам. Основные классы малорастворимых соединений, используемые в анализе. Осаждение матрицы. Осаждение микрокомпонентов. Соосаждение микроэлементов. Неорганические соосаждители. Смешанные коллекторы. Соосаждение с применением органических реагентов.

## **Тема 8. Сорбционные методы концентрирования и разделения.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по разделам 1 - 7 ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА Билет 1. .Дистилляция и родственные методы. Выпаривание. Ректификация. Молекулярная перегонка. Сублимация. Лиофильная сушка. Отгонка после химических превращений 2. Вскрытие пробы. Вскрытие проб растворимых, малорастворимых и труднорастворимых веществ. Требования к качеству используемой воды и реагентов. Жидкофазное вскрытие труднорастворимых веществ

## **Тема 9. Флотация. Фильтрация. Микрофильтрация. Обратный осмос и другие мембранные методы.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Сорбционные методы концентрирования и разделения. Динамическая с статическая сорбция. Сорбенты. Активи-рованные угли. Неорганические сорбенты. Ионообменные смолы и хелатообразующие сорбенты.

## **Тема 10. Экстракционные методы.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Флотация как метод концентрирования. Флотореагенты . Флотация после соосаждения. Ионная флотация. Фильтрация. Микрофильтрация. Обратный осмос и другие мембранные методы.

### **Тема 11. Экстракция в анализе органических соединений.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Жидкостная экстракция. Термодинамические параметры экстракционных процессов. Константа распределения. Коэффициент распределения. Константа экстракции. Кинетика экстракции. Влияние различных факторов на скорость экстракции. Классификация экстракционных систем.

### **Тема 12. Круглый стол. Аддитивность констант распределения органических соединений. Параметры гидрофобности. Солевые эффекты (всаливание и высаливание) при экстракции органических соединений.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Экстракция в анализе органических соединений. Особенности сольватации в водной и органической фазах. Требования, предъявляемые к экстрагентам. Экстракция нейтральных органических соединений. Экстракция органических кислот и оснований, влияние pH.

### **Тема 13. Экстракция ионных ассоциатов. Экстракция в анализе природных вод на содержание органических токсикантов (нефтепродукты, фенолы, СПАВы и т.д.). Экстракция хелатов. Селективность и эффективность экстракционных процессов.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Экстракция ионных ассоциатов. Экстракция в анализе природных вод на содержание органических токсикантов (нефтепродукты, фенолы, СПАВы и т.д.). Экстракция хелатов. Механизмы экстракции. Кинетические факторы в экстракции ионов металлов хелатообразующими экстрагентами. Селективность и эффективность экстракционных процессов. Влияние природы металла и структуры

### **Тема 14. Контрольная работа**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по разделам 8-11 ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА Билет 1. Экстракция в анализе органических соединений. Особенности сольватации в водной и органической фазах. Требования, предъявляемые к экстрагентам. Экстракция нейтральных органических соединений. Экстракция органических кислот и оснований, влияние pH. Методы современной аналитической химии. 2. Гибридные методы анализа. Сочетание методов концентрирования с физическими методами определения.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (СРС) включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала, подготовка к интерактивному опросу по материалам лекций;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);
- подготовка к текущим проверочным (тест-опрос) и контрольным работам по теоретическим вопросам.

Вопросы для самоподготовки студентов

1. Введение. Методы современной аналитической химии. Стадии химического анализа и их взаимосвязь с метрологическими характеристиками результатов анализа.
2. Пробоотбор. Особенности отбора проб твердых, жидких и газообразных веществ. Представительность пробы.
3. Вскрытие пробы. Вскрытие проб растворимых, малорастворимых и труднорастворимых веществ. Требования к качеству используемой воды и реагентов. Жидкофазное вскрытие трудно-растворимых веществ.

4. Аналитические автоклавы. Преимущества автоклавного вскрытия проб. Деструкция трудно-растворимых веществ в газовой фазе. Вскрытие с внутриавтоклавной перегонкой кислот. Особенности вскрытия проб при анализе высокочистых веществ. Вскрытие проб биологических объектов.
5. Роль и место методов разделения и концентрирования в современной аналитической химии. Области применения методов. Количественные характеристики концентрирования и разделения. Индивидуальное и групповое концентрирование. Абсолютное и относительное концентрирование. Удаление матрицы и выделение микрокомпонентов. Классификация методов разделения и концентрирования.
6. Дистилляция и родственные методы. Выпаривание. Ректификация. Молекулярная перегонка. Сублимация. Лиофильная сушка. Отгонка после химических превращений
7. Управляемая кристаллизация. Направленная кристаллизация. Зонная плавка. Пробирная плавка в анализе благородных металлов. Другие пирометаллургические методы.
8. Осаждение и соосаждение. Требования, предъявляемые к осадкам. Основные классы малорастворимых соединений, используемые в анализе.
9. Осаждение матрицы. Осаждение микрокомпонентов. Соосаждение микроэлементов. Неорганические соосаждители. Смешанные коллекторы. Соосаждение с применением органических реагентов.
10. Сорбционные методы концентрирования и разделения. Динамическая с статическая сорбция. Сорбенты. Активированные угли. Неорганические сорбенты. Ионообменные смолы и хелато-образующие сорбенты.
11. Флотация как метод концентрирования. Флотореагенты. Флотация после соосаждения. Ионная флотация.
12. Фильтрация. Микрофильтрация. Обратный осмос и другие мембранные методы.
13. Экстракционные методы. Термодинамические параметры экстракционных процессов. Константа распределения. Коэффициент распределения. Константа экстракции. Кинетика экстракции. Влияние различных факторов на скорость экстракции. Классификация экстракционных систем.
14. Экстракция в анализе органических соединений. Особенности сольватации в водной и органической фазах. Требования, предъявляемые к экстрагентам. Экстракция нейтральных органических соединений. Экстракция органических кислот и оснований, влияние рН.
15. Аддитивность констант распределения органических соединений. Параметры гидрофобности. Солевые эффекты (всаливание и высаливание) при экстракции органических соединений.
16. Экстракция ионных ассоциатов. Экстракция в анализе природных вод на содержание органических токсикантов (нефтепродукты, фенолы, СПАВы и т.д.).
17. Экстракция хелатов. Механизмы экстракции. Кинетические факторы в экстракции ионов металлов хелатообразующими экстрагентами. Селективность и эффективность экстракционных процессов. Влияние природы металла и структуры хелатообразующего реагента на термодинамические параметры экстракции. Влияние рН и конкурирующих процессов на степень извлечения.
18. Экстракция металлов в виде координационно-сольватированных соединений и внешнесферных комплексов. Механизмы процессов, влияние рН и анионного состава растворов. Нейтральные экстрагенты.
19. Применение экстракции в аналитической химии. Экстракция микроэлементов. Экстракция матрицы. Экстракция легкоплавкими экстрагентами. Мембранная экстракция. Экстракция квазижидкими эмульсиями.
20. Комбинированные и гибридные методы химического анализа. Сочетание методов концентрирования и разделения с инструментальными методами определения (спектрофотометрия, атомно-адсорбционная спектроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ и т.д.).

## ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА К ЗАЧЕТУ

Билет

1. Пробоотбор. Особенности отбора проб твердых, жидких и газообразных веществ.
2. Применение экстракции в аналитической химии. Экстракция микроэлементов. Экстракция матрицы

### 7.1. Основная литература:

1. Основы аналитической химии: в 2 томах: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям / под ред. акад. Ю.А. Золотова. 5-е изд., стер. Москва: Академия, Т. 1. 2012. 383 с.
2. Основы аналитической химии: в 2 томах: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям / под ред. акад. Ю.А. Золотова. 5-е изд., стер. Москва: Академия, Т. 2. 2012. 407 с.:
3. Скорская, О.Л. Методы и средства аналитического контроля материалов: атомно-эмиссионный спектральный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Л. Скорская, В.А. Филичкина. Электрон. дан. М. : МИСИС, 2015. 54 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69745](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69745) ? Загл. с экрана.
4. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с.  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=399829>
5. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Практикум: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 429 с.  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=419619>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Анализ следовых количеств веществ : [учебно-методическое пособие к курсу 'Аналитическая химия следовых количеств веществ'] / Е. Е. Стойкова, А. В. Порфирьева, Г. А. Евтюгин ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова. ? Казань : Казанский университет, 2010. ? 72 с.
2. Стойкова Е.Е., Порфирьева А.В., Евтюгин Г.А. Анализ следовых количеств веществ. [Электронный ресурс]. - 2010. Режим доступа: [http://kpfu.ru//staff\\_files/F1554266616/Analiz sledovyh kolichestv veschestv.pdf](http://kpfu.ru//staff_files/F1554266616/Analiz sledovyh kolichestv veschestv.pdf)
3. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пос. [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек и др. - 2-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 542 с.  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=419626>
4. Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2 т. / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша [и др.]; вступ. ст. акад. РАН Ю.А. Золотова. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. ?; 25 [Т.] 1. ? 2013. ? 623 с.
5. Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2 т. / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша [и др.]; вступ. ст. акад. РАН Ю.А. Золотова. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. ?; 25 [Т.] 2. ? 2013. ? 504 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Analytical Chemistry Study Online - [http://anatomforeveryone.org/phpmyadmin/wordpress/?page\\_id=1803](http://anatomforeveryone.org/phpmyadmin/wordpress/?page_id=1803)  
Аналитическая химия в России - <http://www.rusanalytchem.org>  
Пробирная плавка - <http://zolotodb.ru/articles/other/history/10064>

Российский химико-аналитический портал - <http://anchem.ru/forum/>

ЭБС - <http://znanium.com/bookread.php?book=419626>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Комбинированные методы анализа" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный проектор

Пакет программ компьютерного тестирования по аналитической химии "Analex-2009".

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Аналитическая химия .

Автор(ы):

Гарифзянов А.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Будников Г.К. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.