

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Амурский государственный университет»**

Кафедра

Химии и естествознания

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

Физико-химические методы анализа

Основной образовательной программы по направлению подготовки  
280700.62 «Техносферная безопасность»

Благовещенск 2012

УМКД разработан доцентом кафедры Химии и естествознания, к.х.н.  
(степень, звание, фамилия, имя, отчество разработчиков)  
Родиной Татьяной Андреевной

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры

Протокол заседания кафедры от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г. № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Т.А. Родина /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **УТВЕРЖДЕН**

Протокол заседания УМСС 280700.62 Техносферная безопасность  
(указывается название направления подготовки)

от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Председатель УМСС \_\_\_\_\_ / А.Б. Булгаков /  
(подпись) (И.О.Фамилия)

## **1 Рабочая программа учебной дисциплины**

### **1.1 Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов теоретических представлений о методах химического и физико-химического анализа, практических умений и навыков проведения аналитических операций и работы с аналитическими приборами и оборудованием.

Задачами дисциплины являются:

- изучение теоретических основ аналитических методов исследования;
- углубление и систематизация химических знаний;
- овладение методами и приемами решения конкретных задач из различных областей химии;
- формирование навыков проведения химического эксперимента;
- формирование способности применять теоретические химические знания и практические умения и навыки для решения прикладных задач учебной и профессиональной деятельности.

### **1.2 Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» является дисциплиной по выбору естественнонаучного и математического цикла ФГОС ВПО (код УЦ ООП Б2 ДВ3) и дает представление о возможностях аналитической химии в контроле загрязнений окружающей среды и оценке экологического состояния регионов. Она тесно взаимосвязана с другими естественнонаучными дисциплинами: физикой, экологией, математикой. Дисциплина базируется на основных законах химии, изучаемых ранее в курсах «Общей, неорганической и органической химии». Знания, полученные при изучении данной дисциплины необходимы при освоении специального курса «Физико-химические процессы в техносфере».

### **1.3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: овладение компетенциями самосовершенствования (сознание необходимости, потребность и способность учиться) (ОК-4);

способностью организовать свою работу ради достижения поставленных целей; готовность к использованию инновационных идей (ОК-6);

владением культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности (ОК-7);

способностью работать самостоятельно (ОК-8);

способностью принимать решения в пределах своих полномочий (ОК-9);

способностью к познавательной деятельности (ОК-10);

способностью использовать законы и методы естественных наук при решении профессиональных задач (ОК-11);

способностью к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов, способность к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций (ОК-12);

способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных (ОК-16).

способностью пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и природной среды в техносфере (ПК-11);

способностью использовать методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду (ПК-14);

способностью ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности (ПК-19);

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** свойства основных видов химических веществ и классов химических объектов; методы анализа взаимодействия человека и его деятельности со средой обитания.

**уметь:** проводить расчеты концентрации растворов различных соединений, использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; проводить очистку веществ в лабораторных условиях, определять основные физические характеристики органических веществ.

**владеть:** методами экспериментального исследования в химии (планирование, постановка и обработка эксперимента); методами выделения очистки веществ, определения их состава.

#### 1.4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 з.е.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторно-практические работы	Консультации	Самостоятельная работа	
1	Предмет, задачи и методы химического анализа	3	1-2	2	4		6	защита лабораторной работы
2	Гравиметрический анализ	3	3-5	2	6		8	защита лабораторной работы
3	Титриметрический анализ	3	5-8	3	6	1	10	защита лабораторной работы
4	Методы разделения веществ	3	7-11	3	6		6	защита лабораторной работы
5	Оптические методы анализа	3	11-14	3	6	1	9	защита лабораторной работы
6	Рефрактометрия	3	13-15	1	2		5	защита лабораторной работы
7	Электрохимические методы анализа	3	15-18	4	6		10	защита лабораторной работы
				18	36	1,8	54	
		3						Зачет

#### 1.5 Содержание разделов и тем дисциплины

##### **Введение. Предмет, задачи и методы анализа.**

Предмет и задачи аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Аналитический сигнал. Методы анализа. Классификация методов анализа по агрегатному состоянию анализируемого объекта, по количеству используемого вещества, по технике выполнения анализа. Химические, физические и физико-химические методы анализа.

Требования, предъявляемые к анализу, аналитическим реакциям и реагентам. Классификация реактивов по чистоте. Стандарты: ГОСТ, ОСТ, ТУ. Чувствительность аналитических реакций, предел обнаружения. Избирательность и специфичность реакций. Дробный и систематический анализ.

Пробоотбор и пробоподготовка. Взятие средней пробы. Требования, предъявляемые к пробе.

Ошибки в количественном анализе. Классификация ошибок. Статистическая обработка результатов.

Значение анализа в развитии промышленности, сельского хозяйства, в медицине, научных исследованиях, охране окружающей среды.

### **Гравиметрический метод анализа.**

Сущность гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая форма осадка. Осадки кристаллические и аморфные. Механизм образования осадка. Растворимость осадков. Требования к осадкам в количественном анализе. Выбор осадителя, количество осадителя. Полнота осаждения. Влияние одноименных ионов, посторонних электролитов, комплексообразователей, температуры, pH на растворимость осадка. Соосаждение, адсорбция и окклюзия. Операции гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.

### **Титриметрические методы анализа.**

Сущность титриметрического анализа. Выражение концентрации растворов. Исходные вещества и требования к ним. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Основные приемы титрования. Стандартные растворы, стандартизация. Измерительная посуда. Точка эквивалентности и способы ее фиксирования.

Кислотно-основное титрование. Точка нейтральности и конечная точка титрования. Кривые титрования.

Комплексометрическое титрование. Теоретические основы комплексонометрии. Комплексоны, трилон Б и другие. Константы устойчивости комплексных соединений.

Окислительно-восстановительное титрование. Классификация методов редоксиметрии. Окислительно-восстановительные потенциалы и направление протекания реакций. Кривые титрования в методах редоксиметрии.

Фиксирование точки эквивалентности. Индикаторы. Классификация индикаторов по технике применения, обратимости, по типу химической реакции, по химическому строению. Теории индикаторов: ионная и хромофорная. Выбор индикаторов. Индикаторы для кислотно-основного и комплексонометрического титрования.

### **Методы разделения веществ.**

Разделение методом экстракции. Основные понятия: экстрагенты, разбавители, экстракт, реэкстракция. Количественные характеристики экстракции. Распределение вещества между двумя жидкостями. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Однократная и дробная экстракция.

Хроматография как метод разделения, очистки и определения веществ. Принцип метода. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию смеси, по механизму разделения, по форме проведения. Характеристика хроматографических методов. Адсорбционная, распределительная, ионообменная хроматография.

### **Оптические методы анализа.**

Общая характеристика спектральных методов анализа и их классификация. Спектральная линия, спектр. Принципы аналитической оптической спектроскопии. Спектры испускания и поглощения. Фотометрические методы анализа. Фотоколориметрия и спектрофотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера, границы его применения. Оптическая плотность раствора. Молярный коэффициент поглощения. Факторы, влияющие на измерения. Визуальная колориметрия. Приготовление стандартных серий. Фотоэлектроколориметрия. Принцип действия фотоэлектроколориметра. Построение градуировочного графика. Выбор светофильтра. Выбор концентраций. Применение метода.

### **Рефрактометрия.**

Сущность метода. Показатель преломления, относительный и абсолютный. Зависимость показателя преломления от концентрации, температуры, плотности, длины волны и внутренней структуры вещества. Молекулярная рефракция. Уравнение Лоренца-Лорентца. Рефрактометрические измерения. Рефрактометры. Применение рефрактометрии.

### **Электрохимические методы анализа.**

Кондуктометрия. Электрическая проводимость растворов. Удельная проводимость. Постоянная электрохимической ячейки, ее определение. Стандартные растворы. Эквивалентная электрическая проводимость. Кондуктометрическое титрование. Определение точки эквивалентности по электрической проводимости. Кривые титрования.

Потенциометрия. Сущность метода. Уравнение Нернста. Электроды. Электродные потенциалы. Типы электродов, требования к ним. Индикаторные электроды: хингидронный электрод, стеклянный электрод. Электроды сравнения: каломельный электрод, хлорсеребряный электрод. Определение рН растворов. Буферные растворы. Потенциометрическое титрование. Кривые титрования.

Электрогравиметрический метод. Сущность метода. Химические процессы при электролизе. Реакции, протекающие на электродах. Законы Фарадея. Электрохимический эквивалент. Поляризация химическая, концентрационная, электрохимическая. Факторы, влияющие на свойства осадков. Условия осаждения осадков. Электролитическое разделение металлов.

#### **Тематика лабораторно-практических занятий.**

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов
1	Приготовление растворов заданной концентрации	4
2	Гравиметрический анализ. Определение содержания бария в хлориде бария.	6
3	Кислотно-основное титрование. Определение содержания карбоната натрия в растворе.	4
4	Комплексометрическое титрование. Определение содержания в воде ионов кальция и магния и общей жесткости воды.	2
5	Экстракция. Разделение смеси катионов.	2
6	Хроматография. Разделение смеси катионов методом бумажной распределительной хроматографии.	2
7	Хроматография. Определение содержания сульфата меди в растворе методом ионообменной колоночной хроматографии.	2
8	Определение содержания железа в воде фотоэлектроколориметрическим методом.	4
9	Определение содержания нитритов фотоэлектроколориметрическим методом.	2
10	Рефрактометрия. Определение концентрации сахарозы в растворе.	2
11	Кондуктометрия. Титрование сильной кислоты сильным основанием.	2
12	Потенциометрия. Определение рН растворов и степени гидролиза солей.	2
13	Электрогравиметрия. Определение содержания меди в сточных водах.	2

#### **1.6 Самостоятельная работа**

№ п/п	№ раздела (темы) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Предмет, задачи и методы химического анализа	подготовка к лабораторной работе (способы выражения концентраций растворов, закон эквивалентов); расчет концентраций растворов	6
2	Гравиметрический анализ	подготовка к лабораторной работе (стехиометрические законы, произведение растворимости, осаждение и растворение осадков); расчет результатов измерений, абсолютной и относительной ошибки	8
3	Титриметрический анализ	подготовка к лабораторной работе (закон эквивалентов, ионное произведение воды и рН растворов, индикаторы, фиксаналы, комплексные соединения, константы нестойкости); расчет результатов анализа	10

4	Методы разделения веществ	подготовка к лабораторной работе (гетерогенные системы, поверхностные свойства и адсорбция, коэффициент распределения); расчет результатов анализа	6
5	Оптические методы анализа	подготовка к лабораторной работе (квантовая теория излучения, спектры испускания, поглощения и рассеивания, волновые свойства света); расчет результатов анализа, построение калибровочных графиков	9
6	Рефрактометрия	подготовка к лабораторной работе (преломление и дисперсия света, распространение света в различных средах); расчет результатов анализа	5
7	Электрохимические методы анализа	подготовка к лабораторной работе (электродные потенциалы, уравнение Нернста, законы электролиза, окислительно-восстановительные процессы, буферные системы и их значение); расчет результатов анализа, построение графиков	10

### 1.7 Матрица компетенций учебной дисциплины

Разделы	Компетенции												Итого <i>общее количество компетенций</i>
	ОК-4	ОК-6	ОК-7	ОК-8	ОК-9	ОК-10	ОК-11	ОК-12	ОК-16	ПК-11	ПК-14	ПК-19	
1	+	+		+	+	+			+				6
2	+	+		+		+			+				5
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
4	+	+	+	+	+	+	+		+				8
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
6	+	+		+		+	+		+				6
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12

### 1.8 Образовательные технологии

Методы и формы обучения:

- методы устного изложения: рассказ, объяснение, лекция, беседа;
- наглядные методы: презентации, демонстрация моделей, иллюстрация схем, таблиц, графиков;
- методы закрепления изучаемого материала: работа с учебной литературой, лабораторные работы;
- методы самостоятельной работы: работа с учебной литературой, нормативными документами, лабораторные работы, подготовка конспектов;
- методы проверки и оценки знаний, умений и навыков: устный опрос (индивидуальный, фронтальный), защита лабораторных работ, тестовый контроль.

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

#### Вопросы к зачету

1. Химический анализ. Виды и методы анализа. Аналитический сигнал.
2. Требования, предъявляемые к анализу, реагентам, аналитическим реакциям.
3. Чувствительность, специфичность, избирательность аналитических реакций. Предел обнаружения.

4. Сущность гравиметрического анализа. Теория осаждения. Требования к осадкам. Выбор осадителя.
5. Операции гравиметрического анализа. Расчет и взятие навески. Осаждение, промывание, фильтрование, прокаливание осадка. Расчеты в гравиметрическом анализе.
6. Сущность титриметрического анализа. Требования к реакциям. Виды и приемы титрования.
7. Выражение концентраций в титриметрии. Титр. Приготовление растворов. Измерительная посуда. Стандартизация растворов.
8. Кислотно-основное титрование. Точка эквивалентности и способы ее фиксирования. Кривые титрования. Индикаторы
9. Комплексонометрическое титрование. Комплексоны. Трилон Б.
10. Жесткость воды, виды жесткости. Индикаторы для комплексонометрии.
11. Экстракция. Виды экстракции. Экстрагент, экстрагируемое вещество, экстракт, реэкстракция, разбавители. Методика проведения экстракции.
12. Хроматография, принцип метода. Виды хроматографии. Бумажная хроматография. Методика проведения.
13. Колоночная ионообменная хроматография. Ионообменники. Методика проведения.
14. Фотоколориметрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность раствора. Факторы, влияющие на оптическую плотность. Фотоэлектроколориметр.
15. Определение концентрации раствора по оптической плотности. Приготовление стандартных серий. Построение калибровочного графика.
16. Сущность рефрактометрии. Показатель преломления. Влияние концентрации раствора на показатель преломления. Методика проведения рефрактометрических измерений.
17. Кондуктометрия. Удельная электропроводность. Кондуктометрическое титрование.
18. Потенциометрия. Электроды. Типы электродов. Электроды сравнения и измерительные электроды. Стекланный электрод.
19. Определение pH растворов потенциометрическим методом. Настройка pH-метра. Буферные растворы.
20. Сущность электрогравиметрического метода. Реакции, протекающие на электродах. Законы Фарадея. Электрохимический эквивалент.
21. Условия осаждения осадков. Факторы, влияющие на свойства осадков. Электролитическое разделение металлов.

#### Критерии оценки

К зачету допускаются студенты, выполнившие **все** лабораторные работы, предоставившие по ним отчеты с соответствующими расчетами, таблицами, формулами, графиками и выводами.

Зачет ставится при условии защиты всех лабораторных работ по вопросам, выносимым на зачет. Если студент защитил все лабораторные работы в течение семестра, он получает «зачет» автоматически. При защите лабораторной работы студент должен знать основные принципы метода анализа, законы, определения, формулы, характеризующие метод. Должен знать способы приготовления растворов, уметь выполнять важнейшие аналитические операции: взвешивание, фильтрование, титрование, прокаливание, экстракция, уметь настраивать аналитические приборы и уметь проводить с их помощью измерения. Студент должен уметь определять достоверность полученных результатов, рассчитывать погрешность измерений, строить калибровочные графики, делать по ним расчеты, знать правила пробоотбора и пробоподготовки.

#### **1.10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн.: учеб. : рек. Мин. обр. РФ. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2005. - 560 с.



2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб. : в 2 кн.. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2007. - 384 с.
  3. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб. : рек. Мин. обр. РФ : в 2 кн.. - (Высшее образование). Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа. - 2007. - 368 с.  
б) дополнительная литература
  1. Аналитическая химия : в 2 кн.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Кн. 2. - 1990. - 846 с.
  2. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учеб.: рек. Мин. обр. / Е.Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256 с.
  3. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа : Учебник для вузов / Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Кузнецов В.В.; ред. Петрухин О.М. - М. : Химия, 2001. – 496 с.
  4. Отто, Маттиас. Современные методы аналитической химии : Учебник: В 2 т. - (Мир химии). Т. 1 : учебник. - 2003. - 413 с.
  5. Родина, Т.А. Методы химического анализа (избранные главы) : учеб. пособие: / Т.А. Родина, В.И. Митрофанова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2005. - 116 с.
- в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	<a href="http://www.idlib.ru">http://www.idlib.ru</a>	Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания.

### 1.11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированная лаборатория физико-химического анализа. Лабораторное оборудование: сушильный шкаф, муфельная печь, технохимические весы, аналитические весы, фотоэлектроколориметр, рефрактометр, кондуктометр, рН-метр, посуда и реактивы для проведения лабораторного практикума. Таблицы, модели, плакаты.

### 1.12 Рейтинговая оценка знаний студентов по дисциплине

Целью применения рейтинговой системы оценки знаний являются: повышение качества подготовки студентов при освоении дисциплины, стимулирование систематической самостоятельной работы студентов, повышение объективности оценки знаний студентов.

Рейтинговая оценка знаний является показателем качества теоретических и практических знаний, умений и навыков студента по дисциплине и складывается из баллов, набранных по текущему контролю, итоговому контролю, премиальных и штрафных баллов.

Текущий рейтинг складывается из следующих компонентов:

- 1) посещение лекций
- 2) выполнение лабораторных работ
- 3) оформление лабораторной работы в тетради, включая расчеты, таблицы, графики, выводы
- 4) собеседование по теме лабораторных занятий

**Студент должен выполнить весь лабораторный практикум.**

Итоговый рейтинг – это баллы, набранные за знания по теоретической части дисциплины на зачете. Зачет сдается устно или письменно.

Премиальные баллы по дисциплине могут начисляться за выполнение творческих исследовательских работ, изучение дополнительного материала, участие в химической олимпиаде, научной конференции.

Штрафные баллы по дисциплине начисляются за пропуск занятий без уважительной причины, несвоевременное выполнение предусмотренных программой заданий.

#### ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ

Учебная деятельность студента по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале. По дисциплине с зачетом оценка «зачтено» ставится, начиная с 51 балла.

Текущий рейтинг по дисциплине составляет 51 балл.

По результатам зачета студент может набрать 49 баллов.

Премиальные баллы не учитываются в сумме баллов текущего контроля и не превышают 5 баллов.

Штрафные баллы за несвоевременное выполнение домашних заданий начисляются по 20% от максимального балла за данную работу за каждую неделю просрочки.

Минимальное значение рейтинговой оценки, набранной студентом по результатам текущего контроля, при котором студент допускается к сдаче зачета, составляет 40 баллов (при условии выполнения всех лабораторных работ). Устранение задолженности по текущему контролю для допуска студента к зачету проводится на последней неделе теоретического обучения по дисциплине.

Студент, пропустивший занятия по уважительной причине, имеет право устранить задолженность и повысить свой рейтинговый балл. Устранение задолженностей по отдельным темам дисциплины в рамках текущего контроля проходит в течение семестра в часы индивидуальных консультаций преподавателя.

Если к моменту проведения зачета студент набирает 51 и более баллов, оценка может быть выставлена ему в ведомость и в зачетную книжку без процедуры принятия зачета. Выставление оценок производится на последней неделе теоретического обучения по дисциплине.

Студент, получивший по результатам текущего контроля и зачета рейтинговую оценку по дисциплине менее 51 балла, аттестуется неудовлетворительно и ликвидирует задолженность в установленном порядке (согласно положению о курсовых экзаменах и зачетах).

Календарный план занятий и текущий рейтинг по ФХМА

**Тематика лабораторно-практических занятий.**

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов	Баллы
1	Приготовление растворов заданной концентрации	4	3
2	Гравиметрический анализ. Определение содержания бария в хлориде бария.	6	4
3	Кислотно-основное титрование. Определение содержания карбоната натрия в растворе.	4	4
4	Комплексонометрическое титрование. Определение содержания в воде ионов кальция и магния и общей жесткости воды.	2	4
5	Экстракция. Разделение смеси катионов.	2	4
6	Хроматография. Разделение смеси катионов методом бумажной распределительной хроматографии.	2	4
7	Хроматография. Определение содержания сульфата меди в растворе методом ионообменной колоночной хроматографии.	2	4
8	Определение содержания железа в воде фотоэлектроколориметрическим методом.	4	4
9	Определение содержания нитритов фотоэлектроколориметрическим методом.	2	4
10	Рефрактометрия. Определение концентрации сахарозы в растворе.	2	4
11	Кондуктометрия. Титрование сильной кислоты сильным основанием.	2	4
12	Потенциометрия. Определение pH растворов и степени гидролиза солей.	2	4
13	Электрогравиметрия. Определение содержания меди в сточных водах.	2	4
	Всего		51

## 2 Краткое изложение программного материала

### Лекция 1. Предмет, задачи и методы анализа (2 час.).

*План:*

1. Предмет, задачи виды анализа.
2. Аналитический сигнал.
3. Методы анализа, их классификация.
4. Требования, предъявляемые к анализу, аналитическим реакциям и реагентам.
5. Пробоотбор и пробоподготовка.
6. Ошибки в количественном анализе.

*Цель:* сформировать понятие о химическом анализе, его видах, характеристиках, методах, этапах проведения.

*Задачи:*

Показать значение химического анализа в развитии промышленности, науки, охране окружающей среды.

Рассмотреть классификацию методов химического анализа и требования, предъявляемые к ним.

Изучить основные характеристики анализа: предел определения, чувствительность, избирательность, достоверность, воспроизводимость и др.

Дать понятие о способах отбора и подготовки аналитической пробы.

*Ключевые вопросы:*

Установление качественного и количественного состава вещества является задачей химического анализа, который, в зависимости от поставленных целей и используемых методов, делится на качественный и количественный анализ.

Анализ веществ проводят с помощью химических, физических и физико-химических методов. При обнаружении какого-либо компонента фиксируют появление аналитического сигнала – образование осадка, изменение окраски, появление линии в спектре и т.д.

Аналитическая проба – это отобранная для анализа часть объекта исследования. Для получения аналитической пробы осуществляют комплекс операций, предусмотренных методиками анализа. Пробоотбор – начальная, наиболее трудоемкая, сложная и ответственная стадия, включающая отбор точечных проб из партии материала и их смешивание для получения объединенной пробы. Пробоподготовка – заключительная часть опробования, в ходе которой объединенную пробу дробят до определенного максимального размера кусков, перемешивают для повышения однородности и подвергают сокращению, отбрасывая определенную часть материала.

Анализ пробы – это комплекс операций с пробой и продуктами ее превращений, заканчивающийся получением  $n$  результатов  $C_1, C_2, \dots, C_n$  параллельных определений компонента (обычно  $n = 3$ ) и их усреднением для получения результата анализа  $C_{ан}$ .

Важными характеристиками реакций и методов анализа являются предел обнаружения, чувствительность и избирательность.

Предел обнаружения – минимальная концентрация или минимальное количество вещества, которое можно обнаружить данным методом с допустимой погрешностью. Чувствительность – изменение сигнала при изменении концентрации или количества вещества. Избирательность – способность обнаружить в данных условиях только одно вещество или небольшое количество веществ.

Независимо от используемых методов к анализу предъявляют следующие требования:

1. Правильность результатов анализа – получение результатов, близких к достоверным.
2. Воспроизводимость анализа – получение одинаковых или близких результатов при повторных определениях.
3. Экспрессность – быстрота выполнения анализа.
4. Реактив не должен вступать во взаимодействие с другими присутствующими в смеси веществами. Посторонние вещества не должны искажать результатов анализа.

5. Чувствительность – реактивы должны обнаруживать малые количества определяемой составной части.

Вещества, используемые для проведения аналитических реакций, называют аналитическими реагентами.

Все ошибки в анализе делят на три вида: грубые ошибки или промахи, систематические ошибки и случайные ошибки.

Промахи – это грубые ошибки, вызванные нарушением условий эксперимента или небрежностью в работе. Систематические ошибки одинаковы по знаку и обусловлены постоянно действующими факторами, которые можно учесть или исключить. Случайные ошибки – это непредсказуемые по величине и знаку отклонения результатов измерений от среднего результата. Ошибка может быть выражена абсолютным и относительным значением.

Определение погрешностей основано на использовании аппарата теории вероятности и математической статистики.

*Литература:*

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн.: учеб. : рек. Мин. обр. РФ. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2005. - 560 с.
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб. : в 2 кн. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2007. - 384 с.
3. Аналитическая химия : в 2 кн.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Кн. 2. - 1990. - 846 с.
4. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учеб.: рек. Мин. обр. / Е.Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256 с.

*Лекция 2. Гравиметрический метод анализа (2 час.).*

*План:*

1. Сущность гравиметрического анализа.
2. Классификация осадков.
3. Механизм образования осадка.
4. Операции гравиметрического анализа.

*Цель:* сформировать представление о гравиметрическом анализе, условиях его проведения, применении.

*Задачи:*

Дать понятие о гравиметрическом анализе, его достоинствах и недостатках.

Рассмотреть образование осаждаемой и гравиметрической форм осадка.

Дать понятие о кристаллических и аморфных осадках.

Изучить современные представления теории осаждения, условиях осаждения, требования к осадкам и осадителям.

*Ключевые вопросы:*

В гравиметрическом анализе используют прямое измерение массы вещества при помощи взвешивания. Определяемую составную часть выделяют либо в чистом виде, либо в виде соединения. Основным измерительным прибором являются аналитические весы. Гравиметрический анализ основан на законе сохранения массы вещества, законе постоянства состава и законе эквивалентов.

Гравиметрический метод обеспечивает высокую точность, не требует сложной аппаратуры и доступен для любой химической лаборатории, но определения требуют больших затрат времени.

Гравиметрические определения делят на три вида:

1. Определяемую составную часть выделяют и взвешивают.
2. Определяемую составную часть удаляют, а остаток взвешивают.
3. Определяемую составную часть превращают в химическое соединение – гравиметрическую форму – и взвешивают.

В ходе гравиметрического анализа определяемое вещество переводят в малорастворимое соединение (используется метод осаждения). Осадок выделяют, высушивают, прокаливают и взвешивают. В ходе определения можно выделить две формы вещества: осаждаемую и гравиметрическую. Соединение, в виде которого определяемый компонент осаждается из раствора, называется осаждаемой формой. Соединение, в виде которого происходит взвешивание, называется гравиметрической формой.

Гравиметрические методы, связанные с получением осадков, включают следующие операции: отбор средней пробы; расчет навески; взятие навески; растворение навески; осаждение; фильтрование и промывание осадка; высушивание, озоление и прокаливание осадка; расчет результатов анализа.

*Литература:*

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн.: учеб. : рек. Мин. обр. РФ. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2005. - 560 с.
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб. : рек. Мин. обр. РФ : в 2 кн. - (Высшее образование). Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа. - 2007. - 368 с.
3. Аналитическая химия : в 2 кн.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Кн. 2. - 1990. - 846 с.
4. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учеб.: рек. Мин. обр. / Е.Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256 с.
5. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа : Учебник для вузов / Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Кузнецов В.В.; ред. Петрухин О.М. - М. : Химия, 2001. - 496 с.

*Лекция 3. Титриметрические методы анализа (3 час.).*

*План:*

1. Сущность титриметрического анализа. Основные понятия
2. Кислотно-основное титрование.
3. Комплексонометрическое титрование.
4. Окислительно-восстановительное титрование.
5. Индикаторы.

*Цель:* сформировать представление о титриметрическом анализе, его видах, условиях проведения, применении.

*Задачи:*

Дать понятие о титриметрическом анализе, его достоинствах и недостатках.

Сформировать представление о стандартных растворах, способах их приготовления, стандартизации.

Сформировать представление о точке эквивалентности, способах ее фиксирования.

Дать понятие о кривых титрования.

Рассмотреть современную теорию индикаторов, виды индикаторов, условия выбора индикатора.

*Ключевые вопросы:*

Титрование – это процесс приливания раствора с известной концентрацией к раствору с неизвестной концентрацией для установления точно эквивалентного количества. Для проведения титриметрических определений необходимы растворы с точно известной концентрацией, которые называют стандартными или титрованными. Приготовить стандартный раствор можно тремя способами:

- по точной навеске;
- по приближенной навеске с последующей стандартизацией раствора по первичному стандарту;
- из фиксанала.

В зависимости от типа используемых химических реакций различают следующие методы титриметрического анализа:

- методы кислотно-основного титрования, основанные на реакции нейтрализации;
- методы окисления-восстановления, основанные на взаимодействии между окислителем и восстановителем;
- методы комплексообразования, основанные на образовании малодиссоциирующих комплексных ионов или молекул;
- методы осаждения, основанные на образовании малорастворимых соединений;

Важнейшим моментом в титриметрическом анализе является установление точки эквивалентности. В этой точке концентрации реагирующих веществ эквивалентны. Для установления точки эквивалентности используют разные способы индикации: самоиндикация; специальные индикаторы; физико-химические способы. Выбор индикатора для данного определения осуществляется на основании кривых титрования.

Методы комплексонометрии основаны на реакциях комплексообразования с участием комплексонов. Для фиксирования точки эквивалентности в качестве индикаторов используют металлохромные индикаторы.

#### *Литература:*

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн.: учеб. : рек. Мин. обр. РФ. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2005. - 560 с.
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб. : рек. Мин. обр. РФ : в 2 кн. - (Высшее образование). Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа. - 2007. - 368 с.
3. Аналитическая химия : в 2 кн.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Кн. 2. - 1990. - 846 с.
4. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учеб.: рек. Мин. обр. / Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256 с.
5. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа : Учебник для вузов / Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Кузнецов В.В.; ред. Петрухин О.М. - М. : Химия, 2001. - 496 с.

#### Лекция 4. Методы разделения веществ (3 час.).

##### *План:*

1. Разделение методом экстракции. Основные понятия.
2. Количественные характеристики экстракции. Коэффициент распределения.
3. Хроматография, классификация хроматографических методов.
4. Характеристика хроматографических методов.

*Цель:* сформировать представление о методах экстракции и хроматографии, условиях проведения, применении.

##### *Задачи:*

Дать понятие о методе экстракции, основных понятиях: экстракция, экстрагент, экстракт, рафинат, разбавитель.

Рассмотреть количественные характеристики процесса экстракции, закон распределения, коэффициент распределения.

Дать понятие о хроматографических методах исследования, их классификации.

Изучить характеристику и условия проведения различных хроматографических определений.

##### *Ключевые вопросы:*

Экстракция – это процесс разделения и концентрирования веществ, основанный на распределении между двумя несмешивающимися фазами, водной и органической. Органическое вещество, ответственное за образование экстрагируемого соединения, называется экстрагентом. Для улучшения физических и экстракционных свойств экстрагента добавляют разбавитель – инертный органический растворитель. Органическая фаза, содержащая экстрагируемое соединение, и отделенная от водной фазы, называется экстрактом. Процесс экстракции основан на законе распределения и характеризуется коэффициентом распределения. Коэффициент распределения,  $D$  – это отношение общей концентрации вещества в органической

фазе к его общей концентрации в водной фазе. Чем больше коэффициент распределения отличается от единицы, тем эффективнее экстракция.

Преимуществами экстракции являются универсальность, простота и экспрессность. Для проведения экстракции используют делительные воронки.

Хроматография – это метод разделения и анализа смесей веществ, основанный на различном распределении их между двумя несмешивающимися фазами – подвижной и неподвижной. В качестве неподвижной фазы используют твердый сорбент или пленку жидкости, нанесенную на носитель. Подвижной фазой может быть газ или жидкость. Хроматографические методы классифицируют по различным признакам.

1. По агрегатному состоянию: газовая, жидкостная, газо-жидкостная.
2. По механизму разделения: комплексообразовательная, адсорбционно-распределительная, осадочная, окислительно-восстановительная, ионообменная.
3. По форме проведения: колоночная, капиллярная, плоскостная (бумажная, тонкослойная).

Для проведения бумажной хроматографии используют хроматографическую бумагу – это фильтровальная бумага особой плотности и чистоты. Неподвижной фазой чаще всего является вода. Подвижная жидкость поднимается по бумаге за счет капиллярных сил и одновременно происходит миграция компонентов исследуемой смеси. Наиболее полного разделения веществ достигают, если их  $R_f$  (величина, которая равна отношению расстояния, пройденного веществом, к расстоянию, пройденному растворителем) значительно различаются.

Ионный обмен заключается в том, что некоторые вещества, ионообменники (иониты), при погружении в раствор электролита поглощают из него катионы или анионы, выделяя в раствор эквивалентное количество других ионов с зарядом того же знака. Катионообменники обмениваются с раствором катионами, а анионообменники – анионами. В качестве неподвижной фазы используют неорганические и органические ионообменные материалы, в качестве подвижной фазы – водные растворы.

*Литература:*

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн.: учеб. : рек. Мин. обр. РФ. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2005. - 560 с.
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб. : в 2 кн. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2007. - 384 с.
3. Аналитическая химия : в 2 кн.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Кн. 2. - 1990. - 846 с.
4. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учеб.: рек. Мин. обр. / Е.Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256 с.
5. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа : Учебник для вузов / Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Кузнецов В.В.; ред. Петрухин О.М. - М. : Химия, 2001. – 496 с.
6. Отто, Маттиас. Современные методы аналитической химии : Учебник: В 2 т. - (Мир химии). Т. 1 : учебник. - 2003. - 413 с.

*Лекция 5. Оптические методы анализа (3 час.).*

*План:*

1. Общая характеристика спектральных методов анализа и их классификация.
2. Фотометрические методы анализа.
3. Закон Бугера-Ламберта-Бера, границы его применения.
4. Фотоэлектроколориметрия. Построение градуировочного графика.

*Цель:* сформировать представление о спектральных методах исследования, их классификации, областях применения.

*Задачи:*

- Рассмотреть классификацию спектральных методов анализа.
- Дать понятие о спектрах испускания и поглощения.
- Изучить принципы аналитической оптической спектроскопии.

Изучить основы фотометрического анализа.

Рассмотреть количественные характеристики фотометрии, закон Бугера-Ламберта-Бера, границы его применения.

Дать понятие оптической плотности раствора, молярного коэффициента поглощения.

Рассмотреть принципы построения градуировочного графика и его использование для определения концентрации вещества.

*Ключевые вопросы:*

Спектральные методы анализа основаны на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Это взаимодействие сопровождается явлениями, из которых наиболее важны испускание, поглощение и рассеяние излучения. Совокупность всех фотонов одной и той же частоты составляет спектральную линию. Совокупность всех спектральных линий, принадлежащих данной частице, составляет ее спектр. Если спектр обусловлен энергетическим переходом из состояния с меньшей энергией в состояние с большей энергией, то спектр называется спектром поглощения (абсорбционным), а при переходе из состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией – спектром испускания. Спектры, испускаемые термически возбужденными частицами, называются эмиссионными. Спектры испускания нетермически возбужденных частиц (квантами света, электронами) называются спектрами люминесценции. Последние разделяют на спектры флуоресценции и фосфоресценции.

Методы анализа, основанные на изменениях энергетического состояния атомов веществ, входят в группу атомно-спектроскопических методов, различающихся по способу получения и регистрации сигнала.

- Оптические методы основаны на использовании энергетических переходов внешних (валентных) электронов. К ним относят атомно-эмиссионную, атомно-флуоресцентную и атомно-абсорбционную спектроскопию.
- Рентгеновские методы основаны на энергетических переходах внутренних электронов атомов. В зависимости от способа получения и регистрации сигнала различают рентгено-эмиссионную, рентгеноабсорбционную и рентгенофлуоресцентную спектроскопию.
- Ядерные методы основаны на возбуждении ядер атомов.

Для аналитических целей наибольшее значение имеют спектроскопические методы, использующие оптический диапазон шкалы электромагнитных волн. Регистрация сигналов в ультрафиолетовой ( $\lambda = 100 - 400$  нм) и видимой ( $\lambda = 400-750$  нм) части спектра осуществляется фотометрическими методами.

Фотометрический анализ основан на переведении определяемого компонента в окрашенное соединение и измерении оптической плотности, или светопоглощения, полученного раствора. Интенсивность окраски раствора находится в прямой зависимости от концентрации растворенного вещества и от толщины оптического слоя. Эта зависимость выражается основным законом колориметрии – законом Бугера-Ламберта-Бера: растворы одного и того же вещества при одинаковой концентрации этого вещества и толщине слоя раствора поглощают равное количество световой энергии.

Зависимость величины оптической плотности от концентрации раствора и толщины оптического слоя определяется математическим выражением закона Бугера-Ламберта-Бера:  $A = \lg I_0/I = \epsilon c l$ , где  $\epsilon$  – молярный коэффициент поглощения,  $c$  – молярная концентрация вещества,  $l$  – толщина слоя раствора. Молярный коэффициент поглощения равен оптической плотности раствора с концентрацией 1 моль/л и толщиной оптического слоя 1 см.

Закон Бугера-Ламберта-Бера справедлив только для разбавленных растворов. На результат определения влияют температура, концентрация вещества, присутствие посторонних электролитов, среда раствора.

*Литература:*

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн.: учеб. : рек. Мин. обр. РФ. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2005. - 560 с.



2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб. : в 2 кн. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2007. - 384 с.
3. Аналитическая химия : в 2 кн.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Кн. 2. - 1990. - 846 с.
4. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учеб.: рек. Мин. обр. / Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256 с.
5. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа : Учебник для вузов / Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Кузнецов В.В.; ред. Петрухин О.М. - М. : Химия, 2001. - 496 с.
6. Отто, Маттиас. Современные методы аналитической химии : Учебник: В 2 т. - (Мир химии). Т. 1 : учебник. - 2003. - 413 с.

*Лекция 6. Рефрактометрия (1 час.).*

*План:*

1. Общая характеристика рефрактометрии, ее применение.
2. Показатель преломления, его зависимость от внешних факторов.
3. Молекулярная рефракция. Уравнение Лоренца-Лорентца.

*Цель:* сформировать представление о рефрактометрическом методе исследования, его характеристиках, областях применения.

*Задачи:*

Дать понятие рефракции, рефрактометрии, показателя преломления.

Рассмотреть зависимость показателя преломления от состава системы, концентрации, температуры, плотности, длины волны.

Изучить принципы рефрактометрических определений.

*Ключевые вопросы:*

Исследование преломления света при прохождении луча через границу раздела прозрачных однородных сред – называется рефрактометрией. Луч света, проходя из одной прозрачной среды в другую, падая наклонно к поверхности раздела фаз, меняет свое направление, т.е. преломляется. Свет обладает наибольшей скоростью в вакууме. При прохождении света через какую-либо среду, его скорость уменьшается вследствие взаимодействия с частицами вещества. Среда является оптически более плотной, если скорость распространения в ней меньше. При переходе луча из среды менее оптически плотной в среду более оптически плотную угол падения луча больше угла преломления.

Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления называется показателем преломления:  $n = \sin\alpha/\sin\beta$ . Если свет переходит в данную среду из вакуума, то показатель преломления называется абсолютным (N). Абсолютным показателем преломления для данного вещества называется отношение скоростей света в вакууме и в данной среде. Относительный показатель преломления для двух сред  $n_{\text{отн.}} = n_2/n_1$ , где  $n_1$  – показатель преломления первой среды по отношению к воздуху;  $n_2$  – показатель преломления второй среды по отношению к воздуху. Это соотношение позволяет вычислить относительные показатели преломления для различных комбинаций сред.

Показатель преломления  $n$  является характерной величиной для каждого индивидуального вещества и зависит от длины волны падающего света, температуры, давления и концентрации раствора.

Зависимость показателя преломления от длины волны падающего света называется дифракционной дисперсией. Мерой дисперсии считают разность показателей преломления при двух длинах волн. Цветные лучи, входящие в состав белого света, неодинаково преломляются призмой. Наименьшее отклонение от первоначального направления имеют красные лучи, наибольшее – фиолетовые. Следовательно, с увеличением длины волны показатель преломления уменьшается. Табличные значения показателя преломления приведены для желтой линии в спектре натрия  $\lambda = 589$  нм (линия D).

Показатель преломления также связан с плотностью вещества, причем изменяются они симбатно, т.е. с ростом плотности происходит увеличение показателя преломления. Эта

зависимость находит применение при испытаниях и контроле чистоты нефти и продуктов из нее – масел, бензина и др., испытаниях глицерина, жиров, воска и многих органических растворителей, ряда твердых прозрачных веществ, например органического стекла и других веществ.

Определением показателя преломления жидких и твердых тел проводится с помощью специальных приборов – рефрактометров, в устройстве которых предусмотрена мерная шкала, находящаяся в поле зрения окуляра, по которой определяют показатель преломления  $n$ . Определение концентрации вещества с помощью рефрактометра основано на построении градуировочного графика по серии стандартных растворов.

*Литература:*

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн.: учеб. : рек. Мин. обр. РФ. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2005. - 560 с.
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб. : в 2 кн. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2007. - 384 с.
3. Аналитическая химия : в 2 кн.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Кн. 2. - 1990. - 846 с.
4. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учеб.: рек. Мин. обр. / Е.Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256 с.
5. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа : Учебник для вузов / Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Кузнецов В.В.; ред. Петрухин О.М. - М. : Химия, 2001. – 496 с.
6. Отто, Маттиас. Современные методы аналитической химии : Учебник: В 2 т. - (Мир химии). Т. 1 : учебник. - 2003. - 413 с.

*Лекция 7. Электрохимические методы анализа (4 час.).*

*План:*

1. Общая характеристика электрохимических методов анализа, их классификация, применение.
2. Кондуктометрия.
3. Потенциометрия.
4. Электрогравиметрия.

*Цель:* сформировать представление о электрохимических методах исследования, их характеристиках, областях применения.

*Задачи:*

Дать понятие об электрохимических методах и их классификации: кондуктометрия, потенциометрия, кулонометрия, полярография, электрогравиметрия.

Рассмотреть сущность метода кондуктометрии, дать понятие об электропроводности, удельной электропроводности, сопротивлению раствора, удельном сопротивлении.

Изучить принципы кондуктометрических определений, рассмотреть определение точки эквивалентности в кондуктометрическом титровании.

Рассмотреть сущность метода потенциометрии, дать понятие о типах электродов.

Изучить принципы потенциометрических определений, рассмотреть определение точки эквивалентности в потенциометрическом титровании.

Рассмотреть сущность метода электрогравиметрии, химических процессах при электролизе.

Рассмотреть факторы, влияющие на свойства осадков, условия осаждения осадков, электролитическое разделение металлов.

*Ключевые вопросы:*

В основе электрохимических методов анализа лежат процессы, протекающие на электродах или в межэлектродном пространстве. При выполнении анализа используют либо функциональную зависимость тока, потенциала, электрической проводимости (сопротивле-

ния) от концентрации анализируемого раствора, либо измеряют эти параметры с целью установления конечной точки титрования определяемого вещества подходящим титрантом.

Известно много различных электрохимических методов: потенциометрия (частный случай рН-метрии); вольтамперометрия (полярография); кулонометрия; кондуктометрия; электрогравиметрия.

Кондуктометрический метод анализа основан на изучении зависимости между электрической проводимостью раствора и концентрацией ионов в этом растворе. Электрическая проводимость – электропроводность раствора электролита – является результатом диссоциации растворённого вещества и миграции ионов под действием внешнего источника напряжения. Растворы электролитов, являясь проводниками второго рода, подчиняются закону Ома. Чтобы измерить сопротивление раствора, в него погружают электроды. По аналогии с проводниками первого рода сопротивление раствора прямо пропорционально расстоянию между электродами  $d$  и обратно пропорционально площади их поверхности  $S$ .

Удельное сопротивление равно сопротивлению  $1\text{см}^3$  раствора. Величину, обратную удельному сопротивлению, называют удельной электрической проводимостью –  $\kappa$ . Удельная электропроводность раствора – это электропроводность  $1\text{см}^3$  раствора, находящегося между электродами площадью  $1\text{см}^2$ , расстояние между которыми равно  $1\text{см}$ .

Электропроводность раствора (или его сопротивление) измеряют в электрохимической ячейке, представляющей собой стеклянный сосуд, с вмонтированными электродами. Константа ячейки или постоянная ячейки определяется площадью электродов и расстоянием между ними.

Метод кондуктометрии может быть реализован в варианте прямой кондуктометрии или кондуктометрического титрования.

Потенциометрические методы основаны на измерении электродвижущих сил. В основе потенциометрических измерений лежит зависимость равновесного потенциала электрода от активности определяемого иона. Потенциал электрода связан с активной концентрацией веществ, участвующих в электродном процессе, уравнением Нернста.

В потенциометрическом методе измеряют разность потенциалов между индикаторным электродом и электродом сравнения, имеющим постоянный потенциал. Потенциометрические методы анализа подразделяются на прямую потенциометрию и потенциометрическое титрование. При потенциометрическом титровании точку эквивалентности определяют по резкому изменению (скачку) потенциала вблизи точки эквивалентности. Частным случаем потенциометрии является рН-метрия.

Электрогравиметрический анализ основан на разделении металлов из водных растворов электролизом. Массу выделившегося на электроде металла определяют взвешиванием. Электроанализ используется для точного определения некоторых металлов.

На характер процессов, протекающих при электролизе, влияют природа электролита, его концентрация, природа электродов, рН среды, плотность тока. При пропускании тока через раствор протекают процессы, вызывающие изменение потенциалов электродов и препятствующие электролизу. Такое явление называют поляризацией. Поляризация может быть химическая, концентрационная, электрохимическая. В электрогравиметрическом анализе электрод, на котором происходит осаждение металла должен иметь возможно большую поверхность и возможно меньшую массу. Чаще всего применяют платиновые сетчатые электроды. Анодом служит платиновая проволока в виде спирали.

#### *Литература:*

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн.: учеб. : рек. Мин. обр. РФ. Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2005. - 560 с.
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб. : в 2 кн. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2007. - 384 с.
3. Аналитическая химия : в 2 кн.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Кн. 2. - 1990. - 846 с.

4. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учеб.: рек. Мин. обр. / Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. - М. : Высш. шк., 1991. - 256 с.
5. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа : Учебник для вузов / Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Кузнецов В.В.; ред. Петрухин О.М. - М. : Химия, 2001. – 496 с.
6. Отто, Маттиас. Современные методы аналитической химии : Учебник: В 2 т. - (Мир химии). Т. 1 : учебник. - 2003. - 413 с.

### **3 Методические указания (рекомендации)**

Овладение химическими знаниями является важным условием подготовки большинства современных специалистов. В настоящее время трудно назвать отрасль промышленного или сельскохозяйственного производства, где бы ни применялись различные химические материалы.

Развитие промышленности, сельского хозяйства, науки, техники требует от специалистов освоения методов химического и физико-химического анализа. Объектами анализа являются природные и промышленные объекты, руды, сплавы, строительные материалы, атмосфера и гидросфера и др. В условиях производства с помощью современных методов анализа проводят определение качества сырья, контроль процесса производства, определение качества выпускаемой продукции, анализ отходов производства с целью их утилизации, охрану окружающей среды. Химический контроль во многих случаях обеспечивает предотвращение аварий, рентабельность производства, высокое качество продукции.

Освоение современными методами химического анализа способствует совершенствованию экспериментальных навыков, осознанию практической значимости теоретических сведений, возможности применения полученных знаний в дальнейшей профессиональной деятельности.

Будущему бакалавру важно не только знать строение и свойства химических соединений, используемых в различных производствах, но и владеть методикой их определения в окружающей среде. Такое умение требует наличия фундаментальных теоретических знаний в области неорганической и органической химии, а также практических навыков работы с химическими веществами и химическим оборудованием.

Поэтому дисциплина физико-химические методы анализа способствует формированию профессиональных качеств бакалавра. Эта дисциплина основана на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами при изучении общего курса химии, и осуществляется на втором курсе. Полученные знания служат основой для изучения таких дисциплин, как «Физико-химические процессы в техносфере», «Средства защиты среды обитания», «Мониторинг среды обитания» и др.

Главной задачей преподавателя является оптимальный выбор методов, способов учебной деятельности и средств обучения, чтобы они обеспечивали образование, воспитание и развитие студентов.

Основными формами учебной деятельности являются: лекции, лабораторные занятия, консультации, индивидуальные занятия. Форма проведения занятия выбирается в зависимости от целей, задач, методов обучения.

Лекция – это форма учебного процесса, основанная на передаче преподавателем новых знаний, изложении учебного материала для его целостного усвоения студентами в логической взаимосвязи. Материал для лекции преподаватель подбирает в соответствии с требованиями государственного стандарта образования и рабочей программы по предмету. Могут использоваться так же собственные, авторские разработки. Чаще всего используются лекции в режиме монолога преподавателя с учетом обратной связи студентов (вопросы, уточнения и т.п.). Для стимулирования познавательных процессов студентов, их активизации в процессе обучения применяются лекции в режиме диалога.

Лабораторные занятия – форма учебного процесса, построенная на практической обработке полученных знаний путем проведения различных лабораторных испытаний. В ходе проведения лабораторных работ, имеющих исследовательский характер, студенты приобре-

тают практические умения и навыки работы с аналитическими приборами, химической посудой и оборудованием, учатся выполнять различные аналитические операции: взвешивание, фильтрование, приготовление растворов, титрование, прокаливание и др. Студенты не только учатся определять содержание веществ в различных объектах, но и делают выводы о достоверности полученных результатов, а также соответствии полученных данных требованиям нормативных документов (СанПин, ГОСТ, ТУ).

В процесс обучения входят также и функции проверки знаний студентов. Для этого существуют такие формы организации учебного процесса как индивидуальные собеседования, проверка отчетов по лабораторным работам, письменные работы.

Для наиболее успешного процесса обучения существуют также дополнительные формы организации учебного процесса, такие как индивидуальные занятия и консультации. Цель дополнительных форм – восполнение пробелов в знаниях, выработки умений и навыков, удовлетворение повышенного интереса к предмету.

Для успешного достижения целей каждой формы организации учебного процесса выбираются определенные методы обучения:

- методы устного изложения: рассказ, объяснение, лекция, беседа;
- наглядные методы: демонстрационный эксперимент, презентации, демонстрация моделей, иллюстрация схем, таблиц, графиков;
- методы закрепления изучаемого материала: работа с учебной литературой, лабораторные работы, выполнение расчетов, построение графиков;
- методы самостоятельной работы: работа с учебной литературой, лабораторные работы, оформление отчетов, подготовка конспектов;
- методы проверки и оценки знаний, умений и навыков: устный опрос (индивидуальный, фронтальный), тестовый контроль.

### **3.1 Методические указания к лабораторным занятиям**

Лабораторные работы построены таким образом, чтобы обеспечить их осмысленное поэтапное выполнение. Эксперимент предполагает выработать у студентов определенные навыки научной организации исследований, освоения и проведения лабораторных опытов, и умения правильно оформить их, сделав логические и полные выводы.

Лабораторные работы, как правило, содержат следующие структурные части:

- а) теоретическая часть, в которой кратко излагается теоретический материал, соответствующий опытам практической части;
- б) вопросы и задачи для контроля, которые позволяют сосредоточить внимание на основных аспектах лабораторного занятия, а также способствуют закреплению теоретического материала;
- в) практическая часть работы включает описание опытов;
- г) задания, помогающие более полно и правильно понять суть каждого опыта, осмыслить его цель, а также оформить лабораторную работу и подготовиться к ее защите.

Перед выполнением лабораторного практикума студент проходит инструктаж по технике безопасности. Перед каждой лабораторной работой студент получает допуск после собеседования с преподавателем.

Выполненные и правильно оформленные лабораторные работы защищаются студентом при собеседовании с преподавателем по контрольным вопросам, которые могут быть использованы и для допуска к их выполнению.

Все лабораторные работы (тематика, оборудование, посуда и реактивы, описание хода работ и др.) представлены в учебно-методическом пособии:

Родина, Т.А. Методы химического анализа (избранные главы) : учеб. пособие: / Т.А. Родина, В.И. Митрофанова. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2005. - 116 с.

В УМК приведены только темы, цели проведения лабораторных работ и вопросы, позволяющие контролировать готовность студентов к проведению работы, их же можно использовать для защиты лабораторных работ.

### Занятие 1,2. Приготовление растворов (4 час.)

(самостоятельная работа 6 час.)

Цель работы – повторить и закрепить методику расчетов и приготовления растворов заданной концентрации, сформировать навыки работы с химической посудой, оборудованием, весами.

Вопросы для изучения:

1. Какие существуют способы выражения концентраций растворов?
2. Как можно определить концентрацию раствора по его плотности?
3. Каково устройство и особенности использования ареометра?
4. В чем особенности приготовления растворов процентной концентрации?
5. В чем особенности приготовления растворов молярной и эквивалентной концентраций?
6. Каково назначения теххимических и аналитических весов?
7. Способы взвешивания на теххимических и аналитических весах.
8. Какие существуют виды мерной посуды?
9. Каковы особенности приготовления растворов из твердых безводных веществ, кристаллогидратов, концентрированных растворов?

### Занятие 3,4,5. Гравиметрический анализ.

#### Определение содержания бария в хлориде бария (6 час.)

(самостоятельная работа 6 час.)

Цель работы – изучить методику проведения гравиметрического определения, сформировать умения по проведению аналитических операций: взятие навески, осаждение, фильтрование, промывание, высушивание и прокаливание осадков.

Вопросы для изучения:

1. В чем сущность гравиметрического анализа?
2. Что такое осаждаемая и гравиметрическая формы?
3. Какие операции используют в гравиметрическом анализе?
4. Какие существуют способы взятия навески?
5. В чем сущность теории осаждения?
6. На какие виды классифицируются осадки и каковы особенности их получения?
7. Как производится выбор осадителя?
8. Какие виды фильтров используют для фильтрования различных осадков?
9. Как проверить полноту осаждения, промывания?
10. Какие процессы протекают при озолении и прокаливании осадка?
11. Что такое соосаждение, окклюзия?
12. Что такое декантация?
13. Каковы достоинства и недостатки гравиметрического метода анализа?

### Занятие 6,7. Титриметрический анализ.

#### Определение содержания карбоната натрия в растворе (4 час.)

(самостоятельная работа 4 час.)

Цель работы – изучить методику проведения титриметрического анализа, сформировать умения по проведению аналитических операций: приготовление стандартного раствора, стандартизация, титрование, фиксирование точки эквивалентности.

Вопросы для изучения:

1. В чем сущность титриметрического анализа?
2. На какие виды классифицируется титриметрический метод анализа?
3. Какие требования предъявляют к реакциям в титриметрическом анализе?
4. Что такое титрование, титрант, титр?
5. Что такое стандартные растворы? Какими способами их можно приготовить?
6. Что такое точка эквивалентности?
7. Какие методы используют для фиксирования точки эквивалентности?
8. Что такое кривые титрования и для чего они используются?

9. Как подготовить бюретку для титрования?
10. Каковы достоинства и недостатки титриметрического метода?

#### Занятие 8. Титриметрический анализ.

Определение содержания кальция, магния и общей жесткости водопроводной воды (2 час.)  
(самостоятельная работа 2 час.)

Цель работы – изучить методику проведения титриметрического анализа, сформировать умения по проведению аналитических операций: приготовление стандартного раствора, стандартизация, титрование, фиксирование точки эквивалентности.

Вопросы для изучения:

1. В чем сущность комплексонометрического титрования?
2. Что такое комплексоны?
3. Какие комплексоны применяют в комплексонометрии?
4. Какие индикаторы применяют в комплексонометрии?
5. Что такое жесткость воды? Чем она определяется?
6. Как классифицируется вода по степени жесткости?
7. Какие виды жесткости воды различают?
8. В каких единицах измеряется жесткость воды?
9. Как нормируется величина жесткости воды для питьевого назначения?

#### Занятие 9. Экстракция. Разделение смеси катионов (2 час.)

(самостоятельная работа 2 час.)

Цель работы – изучить методику разделения смеси веществ методом экстракции.

Вопросы для изучения:

1. Что такое экстракция?
2. Что такое экстрагент, какие вещества используют в качестве экстрагентов?
3. Что такое разбавитель, какие вещества используют в качестве разбавителей?
4. Что такое экстракт, рафинат? Как разделить экстракт и рафинат с помощью делительной воронки?
5. Каковы методические приемы проведения экстракции?

#### Занятие 10. Хроматография.

Разделение смеси катионов методом бумажной распределительной хроматографии (2 час.)  
(самостоятельная работа 2 час.)

Цель работы – освоить метод одномерной бумажной хроматографии и провести разделение смеси катионов.

Вопросы для изучения:

1. Что такое хроматография?
2. Как классифицируется хроматография по агрегатному состоянию, механизму разделения, форме проведения?
3. В чем сущность и методика проведения бумажной хроматографии?
4. Каков физический смысл хроматографического параметра  $R_f$ ?
5. Как обнаруживают катионы в методе бумажной хроматографии?

#### Занятие 11. Хроматография. Определение меди в растворе сульфата меди методом колоночной ионообменной хроматографии (2 час.)

(самостоятельная работа 2 час.)

Цель работы – освоить метод ионообменной колоночной хроматографии и определить концентрацию исследуемого вещества.

Вопросы для изучения:

1. Что такое ионообменная хроматография?
2. Что такое ионообменники, как они классифицируются?
3. В чем сущность и методика проведения колоночной ионообменной хроматографии?

#### Занятие 12, 13, 14. Определение содержания железа и нитритов в воде фотоэлектроколориметрическим методом (6 час.)

(самостоятельная работа 8 час.)

Цель работы – изучить прибор фотоэлектроколориметр (ФЭК); освоить методику определения коэффициента пропускания и оптической плотности на ФЭК, по градуировочному графику научиться определять концентрацию вещества в исследуемых растворах.

Вопросы для изучения:

1. В чем сущность фотометрических методов анализа?
2. В какой области спектра проводятся измерения в спектрофотометрии (фотоэлектроколориметрии)?
3. Как формулируется закон Бугера-Ламберта-Бэра?
4. Какие существуют отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бэра?
5. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения?
6. Чем определяется выбор оптического прибора и длины кюветы для измерения оптической плотности раствора?
7. Для чего используются светофильтры в фотоэлектроколориметрии? Как осуществляется выбор светофильтра?
8. Какова зависимость оптической плотности и пропускания от концентрации вещества?
9. Как строится градуировочный график?
10. Как определить концентрацию вещества по градуировочному графику?

Занятие 15. Рефрактометрия. Определение концентрации сахарозы в растворе (2 час.)  
(самостоятельная работа 5 час.)

Цель работы – изучить прибор для определения показателя преломления и концентрации сахара - рефрактометр-сахариметр; научиться определять эти показатели в исследуемых растворах.

Вопросы для изучения:

1. Что такое рефракция, рефрактометрия?
2. Дайте определение коэффициента преломления.
3. Чем отличаются абсолютный и относительный показатели преломления?
4. Какова зависимость показателя преломления от концентрации и плотности вещества, температуры, длины волны света?

Занятие 16. Кондуктометрическое титрование сильной кислоты сильной щелочью (2 час.)  
(самостоятельная работа 3 час.)

Цель работы – изучить прибор кондуктометр и научиться проводить измерение электродной проводимости исследуемых растворов; освоить методику расчета постоянной ячейки и удельной электропроводности; научиться проводить кондуктометрическое титрование.

Вопросы для изучения:

1. В чем сущность кондуктометрического метода анализа?
2. Для чего предназначены кондуктометры?
3. От каких факторов: а) температура; б) концентрация иона; в) природа иона; г) скорость перемешивания раствора зависит подвижность иона в растворе?
4. Что такое электропроводность раствора?
5. Что такое удельная электропроводность раствора?
6. Какая зависимость положена в основу кондуктометрического титрования?
7. Для чего определяется константа электрохимической ячейки в кондуктометрии?
8. Каковы достоинства кондуктометрического титрования?

Занятие 17. Определение водородного показателя и степени гидролиза солей потенциометрическим методом (2 час.)  
(самостоятельная работа 3 час.)

Цель работы – изучить прибор потенциометр (рН-метр) и научиться настраивать его по буферным растворам; освоить методику определения водородного показателя и степени гидролиза солей.

Вопросы для изучения:

1. В чем сущность потенциометрического метода анализа?



2. Что такое измерительный электрод и электрод сравнения и каково их устройство?
3. В чём заключается подготовка рН-метра к работе?
4. Какие растворы называются буферными?
5. Что такое водородный и гидроксильный показатели? Как они связаны с концентрацией катионов водорода и гидроксид-ионов?

**Занятие 18. Электрогравиметрия. Определение содержания меди в сточных водах (2 час.)**  
(самостоятельная работа 2 час.)

Цель работы – изучить принцип действия электролизера; освоить методику определения металлов в растворах методом внутреннего электролиза.

Вопросы для изучения:

1. В чём сущность электрогравиметрии?
2. В чём особенности внутреннего электролиза в электрогравиметрии?
3. Какие электроды применяют в электрогравиметрии?
4. Как определяют массу вещества, выделившегося на электроде?
5. Какие факторы влияют на протекание процесса электролиза?
6. Какие законы лежат в основе электрогравиметрии?

### **3.2 Методические указания по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа является активной учебной деятельностью, направленной на качественное решение задач самообучения, самовоспитания и саморазвития. Самостоятельная работа студентов выполняется без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию и в специально отведённое для этого время.

В структуре содержания самостоятельной работы по дисциплине физико-химические методы анализа можно выделить три основных блока: теоретические основы основных методов исследования, методология выбора анализа, методика применения анализа. Самостоятельная работа студентов включает самостоятельную проработку теоретического материала, работу с литературой, подготовку к лекциям и лабораторным занятиям, составление конспектов, проведение лабораторных испытаний, оформление отчетов по лабораторным занятиям, самостоятельное исследование теоретического материала, не выносимого на лекции или практические занятия, выполнение расчетов, построение графиков, подготовку к зачету.

Условием эффективности самостоятельной работы студентов по дисциплине является ее систематическое выполнение. Все формы СРС, а также методы контроля способствуют многократному повторению материала, что, в свою очередь, позволяет студенту лучше запомнить термины и определения, понять изучаемый материал, разобраться в алгоритме выполнения расчетов и лабораторных работ. Таким образом, СРС как одна из активных форм обучения студентов способствует формированию у них знаний, умений и навыков, направленных на самостоятельное, творческое решение задач, возникающих в практической деятельности.

Разделы для самостоятельного изучения:

1. История развития химического анализа. Роль отечественных ученых в разработке методов исследования веществ.
2. Взаимосвязь аналитической химии с другими разделами химической науки, ее влияние на развитие промышленного и сельскохозяйственного производства. Химико-технический контроль производства.
3. Общие сведения о целях и задачах качественного анализа.
4. Ошибки в количественном анализе. Статистическая обработка результатов.
5. Классификация погрешностей в анализе и их учет.
6. Закон действующих масс как теоретическая основа качественного анализа.
7. Ионное произведение воды и рН растворов. Буферные растворы, их назначение в анализе. Типы буферных систем.
8. Фиксаналы.
9. Нефелометрия, поляриметрия и турбидиметрия.

10. Производство растворимости. Осаждение. Адсорбция и окклюзия. Факторы, определяющие полноту осаждения. Растворение осадков.
11. Концентрации растворов. Закон эквивалентов. Расчеты на выражение концентраций растворов. Гидролиз в концентрированных и разбавленных растворах.
12. Окислительно-восстановительные процессы. Расчет окислительно-восстановительных потенциалов. Выбор окислительно-восстановительных реакций.
13. Образование комплексных соединений при проведении анализа. Константы устойчивости комплексных соединений. Образование внутрикомплексных соединений (хелатов). Органические реагенты как комплексообразователи.
14. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Органические растворители и комплексообразователи в процессах экстракции.
15. Электрохимические процессы. Амперометрический и кулонометрический методы анализа. Типы кривых титрования. Точка эквивалентности.

## **4 Контроль знаний**

### **4.1 Текущий контроль знаний**

Контроль является неотъемлемым элементом и условием успешного усвоения содержания обучения. По результатам, полученным в ходе контроля, можно судить о состоянии уровня обучения студентов на определенном отрезке времени (входной, текущий и промежуточный контроль) и об их готовности для включения в учебно-познавательную деятельность. Поэтому контроль должен быть многоцелевым, многосторонним и многоступенчатым и базироваться на следующих принципах: планомерность, систематичность, объективность, комплексность, индивидуальность и педагогическая тактичность. Эффективность контроля зависит от того, насколько грамотно составлен план, обоснованы цели и способы контроля, насколько правильно определены наиболее эффективные методы и формы контроля. Проведение контроля обеспечивает своевременную корректировку учебного процесса.

Студент с самого начала обучения должен знать, как будет оцениваться его работа, какие требования в обучении будут к нему предъявляться. В этом заключается и определенный стимул студента к повышению качества своих знаний.

Первым звеном в системе контроля является входной контроль, который проводится в форме тестирования с целью проверки базовых знаний по дисциплине и выявления пробелов в знаниях.

Вторым звеном в системе контроля является текущий контроль, который проводится систематически с целью установления правильности понимания студентами учебного материала и уровней овладения им, осуществления корректировки применяемых технологий обучения. Основная функция текущего контроля – обучающая. Вопросы, задания направлены на закрепление вновь изученного материала и повторение пройденного, поэтому индивидуальные формы целесообразно сочетать с фронтальной работой группы.

Текущий контроль знаний студентов осуществляется при выполнении и сдаче каждой лабораторной работы.

Нормы оценки знаний предполагают учет индивидуальных особенностей студентов, дифференцированный подход к обучению, проверке знаний, умений.

В устных и письменных ответах студентов учитывается: глубина знаний, полнота знаний и владение необходимыми умениями (в объеме полной программы); осознанность и самостоятельность применения знаний и способов учебной деятельности, прочность усвоения знаний, логичность изложения материала, включая обобщения, выводы (в соответствии с заданным вопросом), соблюдение норм литературной речи.

Вопросы для текущего контроля знаний студентов приведены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

### **4.2 Итоговый контроль знаний**

Заключительным звеном в системе контроля является итоговый контроль по дисциплине, который определяет достигнутый уровень усвоения студентами основного учебного материала, качество базовых знаний, умений, навыков. Контроль проводится в форме зачета в 3

семестре. Зачет может проводиться в устной (по вопросам) и письменной (по тестам) формах. Вопросы для подготовки к зачету, а также критерии оценки знаний студентов при ответе на зачете приведены в рабочей программе дисциплины.

## **5 Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе**

Изучение химических дисциплин предполагает усвоение большого объема теоретического материала, химических формул, абстрактных моделей и понятий. Применение интерактивных технологий с использованием различных педагогических и методических приемов, позволяет актуализировать имеющиеся знания по изучаемой теме, анализировать, интерпретировать, осмысливать полученную информацию. Выстраивание процесса восприятия информации при использовании интерактивных технологий происходит с учетом закономерностей взаимодействия личности и информации, закономерностей и механизмов процессов познания. Обучение выстраивается с учетом принципов сотрудничества, совместного планирования и рефлексии.

Построение образовательного процесса основано на трех этапах. Первая стадия «вызов», позволяет актуализировать уже имеющиеся знания по изучаемому вопросу, выдвигать предположения, обозначать цели, формировать познавательный интерес. Вторая стадия «осмысление» ориентирована на получение новой информации, соотнесение ее с поставленными целями и задачами обучения. На заключительной третьей стадии - «рефлексии» - происходит синтез информации, организация процесса закрепления, сопоставление ее с ранее приобретенными знаниями.

Среди интерактивных методов обучения эффективными являются лекции-презентации (визуализации), ситуационное обучение, дискуссии, демонстрации, исследовательская работа на занятии.

Изложение теоретического материала проходит, как правило, в форме «диалога» лектор – аудитория, с созданием проблемных ситуаций и сопровождается лекционным демонстрационным экспериментом. Широко используются цифровые образовательные ресурсы, позволяющие совмещать вербальные и визуальные способы восприятия информации, реализовать обратную связь преподавателя с аудиторией. Некоторые темы выносятся на самостоятельное изучение, предусматривающее составление самостоятельного конспекта лекций, а на лекции используя индивидуальные, парные, групповые формы работы с целью обобщить, систематизировать материал.

В ходе лекции по химии внимание студентов лектор периодически переключает на решение практических, профессионально направленных задач. При этом предоставляется возможность студентам сначала самостоятельно решить проблему, а затем обсудить и предоставить групповое решение. Аргументация своего решения сопровождается повторением учебного материала, что способствует его эффективному усвоению. Интересным моментом является проведение рефлексии в конце лекции, которая направлена на выявление, усвоение узловых моментов лекции, развитие умений составления утверждений, тезисного изложения материала, формулировать вопросы, что способствует усвоению химической информации.

Использование исследовательских форм работы с решением конкретных проблем при проведении лабораторных занятий позволяет показать профессиональную направленность изучаемого материала, формирует заинтересованность студентов в освоении дисциплины, организует студентов к самостоятельному выполнению работы, самостоятельному принятию решений.

При изучении химических дисциплин применение инновационных технологий позволяет повысить уровень восприятия, понимания информации и способствует развитию умений выражать собственное мнение.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Рабочая программа учебной дисциплины	3
1.1	Цели и задачи освоения дисциплины	3
1.2	Место дисциплины в ООП ВПО	3
1.3	Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	3
1.4	Структура и содержание дисциплины	4
1.5	Содержание разделов и тем дисциплины	4
1.6	Самостоятельная работа	6
1.7	Матрица компетенций учебной дисциплины	7
1.8	Образовательные технологии	7
1.9	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	7
1.10	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	8
1.11	Материально-техническое обеспечение дисциплины	9
1.12	Рейтинговая оценка знаний студентов по дисциплине	9
2	Краткое изложение программного материала	11
3	Методические указания (рекомендации)	20
3.1	Методические указания к лабораторным занятиям	21
3.2	Методические указания по самостоятельной работе студентов	25
4	Контроль знаний	26
4.1	Текущий контроль знаний	26
4.2	Итоговый контроль знаний	26
5	Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе	27