

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины  
Аналитическая химия (модуль)**

Направление подготовки  
**04.03.01 Химия**

Квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Томск 2015

**1. Код и наименование дисциплины – Б1.Б.12 «Аналитическая химия»  
Б1.Б.13 «Физико-химические методы анализа»**

**2. Цель изучения дисциплины** – формирование у студентов системы знаний теоретических основ химического анализа; овладение методами разделения, концентрирования, идентификации и количественного определения компонентов веществ и материалов, достижение способности использования теоретических и практических знаний и умений для решения аналитических задач.

**3. Год/годы и семестр/семестры обучения:** 2 год обучения (3 и 4 семестры)

**4. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 16 зачетных единиц, 576 часов, из которых 298 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (68 часов – занятия лекционного типа, 66 часов – занятия семинарского типа, 164 часа – лабораторные работы), 206 часов составляет самостоятельная работа обучающегося, промежуточная аттестация (подготовка к экзаменам) – 72 часа.

**5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
(заполняется в соответствии с картами компетенций)

<b>Формируемые компетенции</b> (код компетенции, уровень (этап) освоения)	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<p><b>Первый уровень</b> (пороговый) <b>(ОПК-1) – I</b> способность использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач</p>	<p><b>З (ОПК-1) – I – Знать:</b> сущность реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы методов разделения, концентрирования, идентификации и количественного анализа веществ и материалов <b>У 1(ОПК-1) – I – Уметь:</b> решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам <b>У 2(ОПК-1) – I – Уметь:</b> выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин</p>
<p><b>Первый уровень</b> (пороговый) <b>(ОПК-2) – I</b> владение основными навыками экспериментальной работы в профессиональной сфере деятельности с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p><b>В (ОПК-2) – I – Владеть:</b> – базовыми навыками проведения химического эксперимента и правилами обработки и оформления результатов работы с соблюдением норм техники безопасности</p>

## 6. Содержание дисциплины «Аналитическая химия» и структура учебных видов деятельности

### 6.1. Структура учебных видов деятельности

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 16 зачетных единиц, 576 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам) *
				Лекции	Практика	Семинары	СРС	
1	Введение. Общее представление о химическом анализе.	3	1	2			6	Индивидуальные задания, промежуточный экспресс-контроль, сдача модуля №1
2	Пробоотбор и пробоподготовка.	3	1	2		2	8	
3	Основные закономерности протекания химических реакций.	3	2	2		4	8	
4	Равновесие в кислотно-основных реакциях	3	3, 4	6		10	10	Индивидуальные задания, промежуточный экспресс-контроль, сдача модуля №2
5	Равновесие в процессах «осаждения-растворения»	3	5	4		4	8	
6	Равновесие в реакциях комплексообразования	3	6	4		4	6	Индивидуальные задания, промежуточный экспресс-контроль, сдача модуля №3, тестирование, зачет (за 3-ий семестр) экзамен (за 3-ий семестр)
7	Равновесие в окислительно-восстановительных реакциях	3	7	4		4	6	
8	Методы обнаружения и идентификации		1-12		54	2	30	
9	Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования.	3	8	2	4	4	8	
10	Хроматографические методы анализа	3	10-13	4	4	4	8	
11	Гравиметрический метод анализа	3	13-16	4	16	4	8	Теоретические и расчётные индивид. задания, экспресс-контроль, сдача модуля №4 (контрольная работа, коллоквиум)
11	Титриметрические методы анализа	4	25	2		8	8	Теоретические и расчётные индивидуальные задания, экспресс-контроль, сдача модулей №5, 6 (контрольные работы, коллоквиумы)
12	Кислотно-основное титрование	4	26–29	4	10	4	8	
13	Окислительно-восстановительное титрование	4	30, 31	6	12	4	8	
14	Комплексометрическое титрование	4	32	2	4	4	8	Теоретические и расчётные индивидуальные задания, экспресс-контроль, сдача модулей №7, 8 (контрольная работа, коллоквиум), защита творческой работы, тестирование, зачёт (за 4-семестр), экзамен (за 4-семестр)
15	Осадительное титрование	4	32	2	4	2	8	
16	Кинетические методы анализа	4	32	2	4	2	2	
17	Электрохимические методы анализа	4	32–39	16	28		28	
18	Анализ реального объекта	4	35–39		24		12	
19	Курсовая работа	4	25–39				20	
	<b>Всего</b>			<b>68</b>	<b>164</b>	<b>66</b>	<b>206</b>	<b>(504 + 72) = 576 час.</b>

**\*Примечание к табл. 6.1.** Оценка знаний студентов дисциплины «Аналитическая химия» осуществляется по **модульно-рейтинговой системе**. Модульное обучение основано на поэтапном изучении материала курса и его защите при рейтинговой системе оценки знаний. При этом материал разбивается на несколько блоков (модулей). Весь материал дисциплины «Аналитическая химия» разбит на 7 модулей, каждый из которых студент должен в указанной преподавателем форме защитить не позднее установленного срока. Каждый модуль предполагает изучение материала темы (лекционный материал, рекомендуемая методическая и учебная литература), знание методов экспериментального обнаружения, разделения и количественного определения элементов в обозначенном объеме, владение практикой расчета равновесий в различных системах, результатов количественного анализа и критериев их статистической значимости (решение задач). Максимальный рейтинг по каждой из двух частей дисциплины (качественный и количественный анализ) составляет 2000 баллов. Он распределен по всем видам контроля: текущий контроль (практические, семинарские занятия) + промежуточный (модули) – 1360 баллов, итоговый (экзамен) – 640 баллов.

**Формы контроля** предусматривают (см. табл.):

- экспресс-контроль на каждом семинарском занятии по решению задач на заданную тему;
- расчётные индивидуальные задания по темам семинарских занятий (всего 60 задач, по семестрам – 35+25);
- теоретические индивидуальные задания по практическому применению химических методов анализа (реферат по теме и устное сообщение в студенческой группе);
- сдача модулей, включающих знание и понимание теоретических вопросов, решение задач, выполнение практических работ (4 модуля в 3-ем семестре и 4 модуля в 4-ом семестре). Каждый из модулей включает контрольную работу и коллоквиум;
- творческая работа по анализу реального объекта (изучение литературы, выявление мешающих компонентов и выбор способов устранения мешающего влияния, составление схемы анализа реального объекта, измерение количества заданного элемента при помощи выбранного метода, расчет результатов анализа, проверка правильности, оформление отчета, защита);
- два итоговых тестирования в конце 3-го и 4-го семестров для оценки уровня усвоения материала дисциплины с целью повышения рейтинга по итогам текущего и промежуточного контроля или подтверждения автоматической отличной оценки по результатам набранного в семестре рейтинга;
- два экзамена (3-й и 4-й семестры);

№ п/п	Вид контроля	Форма контроля	Количество
1	Текущий	Экспресс-контроль на семинарском занятии	20
		Лабораторные работы	23
		Расчетные индивидуальные задания	10
		Теоретические индивидуальные задания	5
2	Обобщающий	Сдача модулей (каждый модуль включает контрольную работу и коллоквиум)	8
		Творческая практическая работа по анализу реального объекта	1
3	Промежуточный	Тестирование	2
		Экзамен	2

Итоговая оценка складывается из суммы баллов, полученных на экзамене, и набранных по результатам текущего, обобщающего контроля и тестирования.

## 6.2. Программа дисциплины «Аналитическая химия»

### Модуль 1. Введение. Основные закономерности протекания химических реакций. Кислотно-основные реакции.

*Введение. Общее представление о химическом анализе.* Значение химического анализа в науке, технике, охране окружающей среды. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Основные стадии анализа: пробоотбор, пробоподготовка, измерение, обработка результатов. Методы и методики анализа. Аналитическая служба. Аналитическая химия как наука, ее цели и задачи, связь с другими науками, основные этапы ее развития. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ. Актуальные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Основные тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, создание сенсоров и разработка тест-методов. Научная химико-аналитическая литература.

*Пробоотбор и пробоподготовка.* Отбор пробы для анализа. Представительность пробы. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Генеральная (первичная), лабораторная и анализируемая пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ, первичная обработка и хранение проб. Способы пробоподготовки: измельчение, растворение, термообработка, обработка реагентами. Особенности разложения органических веществ. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

*Основные закономерности протекания химических реакций.* Основные типы реакций, применяемых в химических методах анализа: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Процессы образования и растворения осадков. Факторы, влияющие на равновесие (концентрации реагентов, температура, природа растворителя, рН, конкурирующие реакции). Формы существования веществ в растворе. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Влияние посторонних электролитов на равновесия реакций и учет этого влияния при проведении анализа (солевой эффект). Общая и равновесная концентрации. Мольная доля иона. Константы равновесия реакций и процессов: термодинамические, концентрационные, условные. Описание сложных равновесий. Графическое описание равновесий (распределительные и концентрационно-логарифмические диаграммы). Принципы расчета химических равновесий.

*Кислотно-основные реакции.* Применение кислотно-основных реакций в анализе. Основные теории кислот и оснований: Аррениуса, Бренстеда-Лоури, Льюиса, Усановича. Преимущества протолитической теории Бренстеда-Лоури. Сопряженные кислотно-основные пары. Влияние растворителя на силу кислот и оснований. Константы кислотности и основности. Автопротолиз. Лиат и лионий. Обобщенные представления о кислых, щелочных и нейтральных средах, шкала рН в разных растворителях. Классификация растворителей по их способности к автопротолизу и роли в протолитическом процессе. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей. Важнейшие неводные растворители. Состояние вещества в растворах с различной кислотностью. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Расчет доли заданной формы вещества при данном рН. Буферные растворы в анализе. Механизм буферного действия, буферная емкость. Выбор буферной системы. Расчет изменения рН при введении кислот и щелочей. Индивидуальные вещества с буферными свойствами. Амфолиты. Состояние растворенного вещества в растворах с разной кислотностью. Расчет рН водных и неводных растворов разного типа.

*Методы обнаружения и идентификации.* Химические методы обнаружения веществ. Реакции обнаружения и разделения. Чувствительность и селективность аналитических реакции. Характеристики чувствительности и способы повышения селективности качественной реакции. Классификации катионов и анионов в химическом анализе. Систематический и дробный методы анализа. Типы реакций, используемые в них. Действие групповых реагентов и частные реакции на катионы I, II и III аналитических групп. Способы перевода в раствор хлоридов ионов II и сульфатов ионов III аналитических групп. Схема анализа смеси катионов I, II и III аналитических групп.

## **Модуль 2. Реакции комплексообразования и окислительно-восстановительные реакции.**

*Реакции комплексообразования.* Применение реакций комплексообразования в анализе. Классификация комплексных соединений. Координационное число, дентатность, хелаты, внутрикомплексные соединения. Ступенчатый характер комплексообразования. Количественные характеристики равновесия комплексообразования: общие и ступенчатые константы устойчивости и нестойкости; закомплексованность; степень образования, среднее координационное число. Факторы, влияющие на равновесие комплексообразования, управление этим процессом. Влияние концентрации свободного лиганда на равновесие. Определение минимальной концентрации лиганда, необходимой для достижения заданной закомплексованности. Диаграммы распределения комплексов разного состава. Влияние комплексообразования на процессы осаждения и растворения, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительные свойства веществ в ходе анализа. Способы повышения чувствительности и селективности методик анализа с применением комплексообразования.

Функционально-аналитические группы. Влияние их природы, расположения, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Маскирование. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

*Окислительно-восстановительные реакции.* Применение редокс-реакций в анализе. Редокс-пара, редокс-переход и константа его равновесия. Обратимые и необратимые редокс-переходы. Стандартные и формальные редокс-потенциалы. Способы измерения и расчета равновесных редокс-потенциалов. Расчет констант равновесия через окислительно-восстановительные потенциалы. Направление редокс-процесса в растворе, предсказание этого направления с помощью потенциалов. Скорость и механизм редокс-процессов. Важнейшие окислители и восстановители, используемые в анализе; способы направленного изменения их силы. Факторы, влияющие на положение равновесия при проведении редокс-реакций в растворах, учет этих факторов при проведении анализа.

*Методы обнаружения и идентификации.* Действие групповых реагентов и частные реакции на катионы IV, V, VI аналитических групп. Разделение смеси катионов на группы действием групповых реагентов. Ход анализа смеси катионов IV–VI аналитических групп. Ионный обмен. Разделение катионов IV, V групп с помощью ионообменников. Сущность экстракции. Её применение для обнаружения и разделения ионов.

## **Модуль 3. Процессы осаждения и соосаждения. Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования.**

*Процессы осаждения и соосаждения.* Использование процессов осаждения-растворения в химическом анализе. Равновесие в системе «раствор-осадок». Константы растворимости (термодинамические, концентрационные, условные) и растворимость малорастворимых соединений, взаимосвязь этих величин. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила раствора, присутствие одноименного

иона, рН, природа растворителя; протекание реакций комплексообразования, окисления-восстановления и др. Возможность разделения аналитов при варьировании концентрации осадителя. Дробное осаждение.

Необходимость разделения и концентрирования микропримесей, классификация методов по типу используемых фазовых равновесий. Количественные характеристики: коэффициент распределения, степень извлечения, степень разделения. Многоступенчатые процессы. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения (гибридные методы). Разделение ионов при дробном осаждении. Соосаждение. Коллекторы – органические и неорганические. Основные приемы соосаждения.

*Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования.* Сорбция как способ концентрирования. Механизм сорбции. Сорбенты, используемые при концентрировании микропримесей. Активные угли. Ионообменные и хелатообразующие сорбенты. Понятие об ионообменной хроматографии. Кремнеземы.

Экстракция как метод разделения и концентрирования. Классификация экстракционных процессов. Основные законы и количественные характеристики. Закон Бертелло – Нернста. Факторы, влияющие на степень извлечения при однократной экстракции. Степень извлечения при многократной экстракции. Выбор рН экстракции. Важнейшие экстрагенты и требования к ним. Экстракционные реагенты при извлечении металлов. Экстракция хелатов: влияние концентрации реагента, величины рН. Практическое использование экстракции. Другие методы разделения и концентрирования: капиллярный электрофорез; методы испарения; управляемая кристаллизация.

*Методы обнаружения и идентификации.* Классификация анионов в качественном анализе. Действие групповых реагентов и частные реакции анионов I, II, III аналитических групп. Схема анализа смеси анионов. Схема анализа сухих солей и их смесей. Пробоподготовка и перевод в растворенное состояние.

#### **Модуль 4. Введение в количественный анализ. Гравиметрический метод.**

*Задачи и методы количественного анализа.* Аналитический сигнал. Экстенсивные и интенсивные свойства веществ. Измерение массы. Весы: аналитические, полумикро-, микровесы, лабораторные технические весы. Методы взвешивания, источники погрешностей при взвешивании. Техника взвешивания. Измерение объёмов. Виды мерной посуды: пипетки, бюретки, мерные колбы. Её назначение. Источники погрешностей при измерении объёмов.

*Гравиметрический метод анализа.* Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Осаждаемая и гравиметрическая формы; требования, предъявляемые к ним. Гравиметрический фактор. Механизм процесса осаждения. Образование и свойства коллоидных частиц. Коагуляция коллоидных растворов. Пептизация. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от скорости образования первичных кристаллов, их роста. Процессы, приводящие к загрязнению осадков. Соосаждение: адсорбция и окклюзия, изоморфизм, последующее осаждение. Условия получения чистых осадков и гравиметрических форм. Техника осаждения. Относительное пересыщение. Условия получения крупнокристаллических и аморфных осадков. Осаждение из гомогенного раствора. Старение осадков. Повторное осаждение. Промывание осадков. Выбор промывной жидкости. Превращение в гравиметрическую форму. Важнейшие неорганические и органические осадители. Выбор осадителя. Количество и концентрация осадителя.

*Примеры практического применения гравиметрического метода анализа.* Анализ силикатов, доломитов, известняков, сплавов. Определение кремния, железа, кальция, магния, алюминия, никеля, серы, фосфора, хлора. Общее представление об элементном анализе органических веществ с гравиметрическим окончанием. Термогравиметрический анализ.

## **Модуль 5. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование (протолитометрия).**

*Принцип титриметрического метода.* Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Точка эквивалентности. Способы определения точки эквивалентности. Конечная точка титрования (к.т.т.). Классификация титриметрических методов анализа. Способы титрования: прямое, обратное, заместительное, косвенное, инверсивное. Первичные стандарты и требования, предъявляемые к ним. Вторичные стандарты. Методы установления концентрации титрованных растворов: пипетирования и отдельных навесок.

*Способы выражения концентраций растворов в титриметрическом анализе:* молярная концентрация (вещества, эквивалентов вещества), титр (раствора, раствора по определяемому веществу, эмпирический). Эквивалент. Фактор эквивалентности. Молярная масса эквивалента. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Эквивалентная часть кривой титрования.

*Погрешности титриметрии:* случайные, систематические, неисключенные систематические. Порядок расчета погрешности результата титриметрического анализа.

*Кислотно-основное титрование.* Принцип метода. Алкалиметрия, ацидиметрия. Приготовление и стандартизация рабочих растворов. Кривые титрования. Построение кривых титрования сильного протолита сильным протолитом, слабого протолита сильным протолитом, многопротонных протолитов, смеси сильного и слабого протолитов. Влияние величин констант кислотности или основности, концентрации кислот и оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы, их действие. Показатель индикатора и интервал перехода окраски, показатель титрования. Причины изменения цветности индикаторов. Таутомерия органических молекул. Хромофоры, ауксохромы, таутомеры. Смешанные индикаторы. Индикаторные погрешности. Вычисление индикаторных погрешностей при титровании сильных и слабых протолитов. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Полнота протекания кислотно-основных реакций в амфипротонных растворителях.

*Примеры практического применения.* Определение кислот (фосфорная, борная, угольная и др.) и оснований (гидроксиды натрия, аммония; карбонаты, гидрокарбонаты, тетрабораты натрия). Анализ смесей карбоната и гидрокарбоната натрия, карбоната и гидроксида натрия. Определение солей аммония (обратное, косвенное титрование), азота (метод Кьельдаля), нитратов и нитритов, гидрокарбонатной и постоянной жесткости воды.

## **Модуль 6. Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия).**

Сущность и классификация методов редоксиметрии. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: рН раствора, ионная сила, образование комплексных и малорастворимых соединений. Способы определения конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы и их выбор. Индикаторные погрешности. *Перманганатометрия.* Определение железа (II), марганца (II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов. *Иодометрия и иодиметрия.* Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Сущность заместительного титрования при определении окислителей. Определение меди (II), железа (III), арсенитов, арсенатов, пероксидов. Определение кислот, воды. *Бихроматометрия.* Определение железа (II), урана (IV). *Броматометрия.* Определение сурьмы (III), олова (II), органических соединений (фенол, оксихинолин), магния (II). Ванадатометрия, цериметрия, титанометрия, хромометрия. Рабочие растворы и первичные стандарты методов. Индикаторы. Определяемые вещества. Скорость и направление окислительно-восстановительных реакций. Каталитическое ускорение реакций, автокатализ. Индуцированные и сопряжённые реакции. Понятие об индукторе, акторе, акцепторе.



## **Модуль 7. Комплексометрическое и осадительное титрование (комплексометрия и седиметрия). Кинетические методы анализа.**

*Комплексометрия.* Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Способы определения конечной точки титрования. Металлохромные индикаторы. Методы титрования в комплексометрии: прямое, обратное, заместительное и косвенное. Построение кривых титрования. Применение комплексометрии. Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка. Определение анионов. Меркуриметрия. Определение хлорид-ионов.

*Осадительное титрование.* Способы установления конечной точки титрования: метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса (титрование с адсорбционными индикаторами). Построение кривых титрования. Примеры практического применения. Аргентометрия и меркурометрия. Определение галогенид-ионов.

*Кинетические и биохимические методы анализа.* Скорость химической реакции как аналитический сигнал. Каталитические и некаталитические кинетические методы анализа, их чувствительность и селективность. Определение концентрации реагентов с использованием кинетических данных. Преимущества и ограничения кинетических методов анализа по сравнению с равновесными. Ферменты как биологические катализаторы. Общее представление о ферментативных методах анализа. Примеры определения ферментов, субстратов, активаторов и ингибиторов ферментов по скорости реакций с их участием. Практическое применение ферментативных методов в клиническом анализе и в анализе объектов окружающей среды.

Общее представление о биохимических методах анализа. Использование ферментов, ДНК, РНК, антител, живых клеток и микроорганизмов в анализе (в частности, в виде тест-методов). Иммуноанализ и иммуноферментный анализ. Биосенсоры. Принципы функционирования и области применения биосенсоров. Классификация биосенсоров по природе биологического компонента и типу преобразователя сигнала (потенциометрические, амперометрические, оптические и другие сенсоры). Примеры применения биосенсоров. Общее представление о биологических методах анализа.

## **Модуль 8. Физико-химические методы анализа**

*Хроматографические методы.* Основные принципы и классификация хроматографических методов. Теоретические основы хроматографии. Способы получения хроматограмм. Основные хроматографические параметры. Газовая хроматография. Варианты метода. Неподвижные и подвижные фазы. Примеры практического применения. Жидкостная хроматография. Неподвижные и подвижные фазы. Ионная хроматография. Основные представления о механизме ионного обмена. Варианты ионной хроматографии. Использование ионной хроматографии для анализа различных объектов. Бумажная и тонкослойная хроматографии. Теоретические основы методов. Техника получения хроматограмм. Примеры практического применения.

*Электрохимические методы.* Теоретические основы электрохимических методов анализа (ЭХМА). Классификация методов. *Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.* Факторы, влияющие на электропроводность. Кривые кондуктометрического титрования для реакций нейтрализации, осаждения, комплексообразования. *Ионометрия и потенциометрическое титрование.* Классификация электродных систем. Методы обработки кривых потенциометрического титрования. Основные понятия электрохимической кинетики (ток, перенапряжение, стадии электрохимического процесса). *Амперометрическое титрование с двумя поляризованными электродами.* Электрохимически обратимые и необратимые системы. Виды кривых амперометрического титрования. *Кулонометрическое титрование при постоянном токе.*

### **6.3. Форма промежуточной аттестации – зачет (2), экзамен (2)**

## 7. Ресурсное обеспечение дисциплины «Аналитическая химия»

### 7.1. Основная литература

1. Большова Т.А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 1. / Т.А. Большова, Г.Д. Брыкина, А.В. Гармаш и др.; под ред. Ю.А. Золотова. М.: Академия, 2012. – 383 с.
2. Алов Н.В. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 2. / Н.В. Алов, Ю.А. Барбалат, А.Г. Борзенко и др.; под ред. Ю.А. Золотова. М.: Академия, 2012. – 407 с.
3. Кристиан Г. Аналитическая химия Т. 1, 2 / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г.В. Прохоровой. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
4. Миомандр Ф. Электрохимия / Ф. Миомандр, С. Садки, П. Одебер, Р. Меалле-Рено; пер. с фр. В.Н. Грасевича; пор ред. Ю.Д. Гамбурга, В.А. Сафонова. М.: Техносфера, 2008. – 359 с.
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. – М.: ИД «Альянс», 2013. – 446 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. В 3-х т. Т.3: Химический анализ / под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Академия, 2010. – 364 с.
2. Вершинин В.И. Аналитическая химия / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. – М.: Академия, 2011. – 442 с.
3. Васильев В.П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа / В.П. Васильев. М.: Дрофа, 2007. – 367 с.
4. Васильев В.П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. Кн. 2: Физико-химические методы анализа / В.П. Васильев. – М.: Дрофа, 2007. – 383 с.
6. Марьянов Б. М. Расчеты ионных равновесий: Пособие по аналитической химии / Б.М. Марьянов. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. – 152 с.
5. Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии / Л.Н. Москвин, О.В. Родинков. Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 348 с.
6. Электроаналитические методы. Теория и практика / Под ред. Ф. Шольца. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 326 с.

### 7.3. Электронные ресурсы

1. Программа «Origin Pro 8» для статистической обработки результатов эксперимента <http://www.OriginLab.com>
2. Оригинальные программы «Add-noise-v1.0» и «Titr-v1.0» для обработки кривых титрования.
3. Система тестового контроля учебного процесса «Акцент» <http://accent.tsu.ru>
4. **Электронный учебно-методический комплекс**  
– Петрова Е.В., Гудымович Е.Н., Киселева М.А., Наумова Л.Б., Скворцова Л.Н., Шелковников В.В. «Расчеты ионных равновесий. Методы идентификации и разделения в аналитической химии». Томск, 2011. <http://edu.tsu.ru/eor/resource/537/tpl/index.html>  
– Скворцова Л.Н., Петрова Е.В., Баталова В.Н., Гудымович Е.Н., Киселева М.А., Наумова Л.Б., Шелковников В.В. «Методы количественного химического анализа». Томск, 2011. <http://edu.tsu.ru/eor/resource/544/tpl/index.html>  
– Шелковников В.В., Петрова Е.В., Баталова В.Н., Киселева М.А., Отмахов В.И., Скворцова Л.Н., Зарубин А.Г. «Физико-химические методы анализа». Томск, 2011. <http://edu.tsu.ru/eor/resource/557/tpl/index.html>  
– Шелковников В.В. «Электрохимические методы анализа». Томск, 2007. [http://ido.tsu.ru/iop\\_res1/electrohimmetod/](http://ido.tsu.ru/iop_res1/electrohimmetod/)  
– Шелковников В.В., Анищенко М.В. «Методы химического анализа (виртуальный лабораторный практикум)». Томск, 2007. [http://ido.tsu.ru/schools/chem/data/res/metod\\_chem\\_analiz/virtlab/](http://ido.tsu.ru/schools/chem/data/res/metod_chem_analiz/virtlab/)

#### **7.4. Учебно-методические пособия кафедры**

1. Петрова Е.В. Аналитическая химия. Типы химических реакций и процессов. Методы обнаружения, идентификации, разделения и концентрирования: Методические указания / Е.В. Петрова Е.В., Л.Н. Скворцова, Е.Н. Гудымович [и др.]. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. – 71 с.
2. Скворцова Л.Н. Аналитическая химия. Часть II. Количественный анализ. Химические методы. Методические указания / Л.Н. Скворцова, Е.В. Петрова, Е.Н. Гудымович [и др.]. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. – 59 с.
3. Петрова Е.В. Аналитическая химия. Методы обнаружения, идентификации и разделения: Учебно-методическое пособие / Е.В. Петрова, Е.Н. Гудымович, М.А. Киселёва [и др.]. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2009. – 283 с.
4. Аналитическая химия. Химический анализ реальных объектов / М. А. Киселева [и др.]. Томск: РИО ТГУ, 2012. – 91 с.
5. Скворцова Л.Н. Аналитическая химия. Химические методы количественного анализа: Учебно-методическое пособие / Л.Н. Скворцова, Е.В. Петрова, В.Н. Баталова [и др.]. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. – 167 с.
6. Шелковников В.В. Электрохимические методы анализа / В.В. Шелковников, В.Н. Баталова, А.Г. Зарубин – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2011. – 97 с

**8. Преподаватели:** к.х.н., доцент В.Н. Баталова, к.х.н., доцент Н.А. Гавриленко, к.х.н., доцент Л.Н. Наумова, к.х.н., доцент Е.В. Петрова, к.х.н., доцент Л.Н. Скворцова, к.х.н., доцент В.В. Шелковников.

**Авторы:** к.х.н., доцент Л.Н. Скворцова, к.х.н., доцент Е.В. Петрова, к.х.н., доцент В.В. Шелковников