

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(Биологический институт)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор Биологического института

Д.С. Воробьев

« 23 » июня 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Химия аналитическая**

по направлению подготовки

**35.03.04 Агрономия**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Агрономия»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.14

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.С. Бабенко

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 - Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Решает типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук

## **2. Задачи освоения дисциплины**

-Изучение основных понятий и теоретических основ качественного химического анализа и получение навыков проведения реакций идентификации и исследования свойств веществ и материалов

-Освоение теоретических основ методов гравиметрического и титриметрического анализа;

-Получение практических навыков выполнения основных операций в титриметрии;

-Обучение необходимым расчётам, связанным с приготовлением растворов, обработкой и оформлением результатов анализа, нормы ТБ

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 1, зачёт

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: математика, неорганическая и общая химия, биология

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

– лекции: 18 ч.;

– лабораторные работы: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

**химии.**

### **Модуль1. Введение**

Предмет аналитической химии, ее структура, цели и задачи. Роль аналитической химии в развитии химических, биологических и других естественных наук. Основные исторические этапы развития аналитической химии. Методы анализа: химические, физико-химические, физические. Общая характеристика методов анализа (оптические,

электрохимические, хроматографические). Достоинства и недостатки по сравнению с химическими методами анализа. Области практического применения. Химический макро-, полумикро- и микроанализ. Методы разделения и концентрирования.

## **Модуль 2. Химическое равновесие в гомогенной системе**

Закон действия масс. Основные положения теории электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Константа и степень диссоциации электролита. Активность. Ионная сила раствора. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Термодинамическая и концентрационная константы равновесия. Равновесие в растворах слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда.

## **Модуль 3. Типы химических реакций Равновесия в растворах кислот и оснований.**

Теории кислот и оснований (Аррениуса, Бренстеда-Лоури). Ионное произведение воды и водородный показатель. Расчет концентрации водородных ионов в растворах кислот и оснований различной силы. Гидролиз. Расчет константы гидролиза, рН и степени гидролиза  $h$ . Буферные растворы. Сущность буферного действия. Расчет рН в буферных растворах. Буферная емкость, ее расчет. Приготовление буферных растворов.

*Равновесия в системах: «осадок - насыщенный раствор» (гетерогенные равновесия).*

Произведение растворимости. Условия растворения и образования осадков. Растворимость малорастворимых соединений. Влияние на растворимость осадка сильных электролитов. Солевой эффект. Влияние на растворимость малорастворимого соединения природы растворителя, температуры и кислотности среды. Расчет рН начала и конца осаждения гидроксидов. Дробное осаждение.

*Равновесия процессов комплексообразования.* Классификация и схема строения комплексных соединений. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы равновесия комплексообразования. Расчет равновесных концентраций частиц в растворе комплексного соединения. Использование комплексообразования в аналитической химии: для обнаружения, разделения, маскирования, растворения осадков. Органические реагенты в анализе: диметилглиоксим, ализарин, алюминон, дитизон. Их использование.

*Равновесия в окислительно-восстановительных системах.* Редокс-пары, редокс-переход и константа его равновесия. Редокс-потенциал. Уравнение Нернста. Влияние рН раствора на редокс-потенциал. Влияние на редокс-потенциал концентрации компонентов редокс-пары. Реальный (формальный) редокс-потенциал. Окислительно-восстановительные реакции. Константа равновесия редокс-реакции и ее связь с редокс-потенциалом. Направление редокс-реакций. Основные окислители и восстановители в аналитической химии.

## **Модуль 4. Методы обнаружения и идентификации (качественный анализ)**

Химические методы качественного анализа. Основные стадии анализа. Аналитические реакции. Их характеристики: специфичность, избирательность, чувствительность. Методы обнаружения ионов: химический, пирохимический (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов), микрокристаллоскопический, капельный. Классификация катионов (кислотно-основная) и анионов. Дробный и систематический анализ. Примеры практического применения методов обнаружения.

## **Модуль 5. Количественный анализ**

Задачи количественного анализа. Методы определения. Основные этапы химического анализа. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы, способ ее отбора.

Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Метод квартования. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложения органических соединений.

## **Модуль 6. Титриметрические методы анализа**

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Способы выражений концентраций растворов в титриметрическом методе. Способы установления концентрации титрованных растворов. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Определение точки эквивалентности, индикаторы. Классификация титриметрических методов анализа. Расчет результатов титрования.

Кислотно-основное титрование. Принцип метода. Алкалиметрия и ацидиметрия. Индикаторы кислотно-основного титрования. Показатель индикатора. Кривые кислотно-основного титрования и выбор индикатора. Примеры практического применения.

Ацидиметрия.

Окислительно-восстановительное титрование. Сущность и классификация методов редокс-титрования. Обзор основных методов: перманганатометрия, бихроматометрия, иодометрия.

Комплексометрическое титрование. Комплексоны. Металл-индикаторы.

## **Модуль 7. Гравиметрический метод анализа**

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Гравиметрический фактор. Важнейшие неорганические и органические осадители. Условия получения чистых осадков и гравиметрических форм. Промывание осадков, превращение в гравиметрическую форму. Аналитические весы. Техника гравиметрического анализа. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа. Расчеты в гравиметрии (навески для анализа, объем осадителя и др.)

### **Перечень лабораторных работ:**

1. Введение в курс качественного метода анализа (вводная лекция). Действие групповых реагентов и частные реакции на катионы I-III группы по кислотно-основной классификации Разбор схемы анализа смеси на катионов I-III группы.
2. Действие групповых реагентов и частные реакции на катионы IV-VI группы и анионы I-III группы.
3. Анализ сухой соли.
4. Введение в курс количественных методов анализа. Титриметрия (вводная лекция). Метод нейтрализации (кислотно-основного титрования.)
5. Определение ионов железа (III) в контрольном растворе методом осаждения. (осаждение, промывание осадка, прокаливание осадка до постоянной массы).

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, контроля выполнения домашних заданий, лабораторных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

**Зачет в первом семестре** проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность зачета 3 часа.

Первая часть представляет собой два вопроса проверяющих - ОПК-1. Ответы на вопросы даются в развернутой форме.

Вторая часть вопросов, проверяющих ИОПК-1.1 дается в виде практических заданий. Требуется решения практических задач и проведения необходимых расчетов.

Примерный перечень теоретических вопросов для проверки знаний по титриметрии и гравиметрии ( модуль 6-7)

1. Гравиметрический (весовой) метод анализа, его сущность. Осаждаемая и гравиметрическая формы и предъявляемые к ним требования, фактор пересчета.
2. Механизм процесса осаждения. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков.
3. Выбор осадителя. Количество осадителя. Требования, предъявляемые к осадителю.
4. Техника выполнения операций в гравиметрическом методе анализа природных вод.
5. Расчеты в гравиметрии. Определение содержания железа (III) в водах методом осаждения.
6. Титриметрический (объемный) метод анализа, его сущность. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии.
7. Классификация методов титриметрического анализа: методы кислотно-основного титрования, окислительно-восстановительного, комплексонометрического.
8. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Индикаторы.
9. Способы приготовления стандартных растворов. Расчеты при приготовлении и разбавлении растворов.
10. Способы выражения концентрации растворов, фактор эквивалентности. Вычисление результатов определений.
11. Метод кислотно-основного титрования при определении содержания щелочности (карбонатов) и кислотности в водах.
12. Метод комплексонометрического титрования при определении жесткости воды.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено». Критериями оценки результатов изучения курса при зачете являются следующие показатели.

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему всестороннее и глубокое изучение программного материала, умение свободно выполнять задания по программе, усвоившему основную литературу, рекомендованную программой, и знакомому с дополнительной литературой, проявившему творческие способности в понимании, изложении и применении учебно-программного материала.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему полное знание программного материала, усвоившему основную литературу, рекомендованную программой, способному к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшего обучения и профессиональной деятельности.

Оценка «удовлетворительно» выставляется слушателю, показавшему знание программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения и профессиональной деятельности, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомому с основной литературой по программе, но допустившему погрешности в ответе на экзамене, обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, показавшему пробелы в знании программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - [moodle.tsu.ru/course/view.php?id=28834](http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=28834)

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План лабораторных занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### Основная литература

1. Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А. Аналитическая химия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 592 с.

2. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 2. Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2010. – 384 с.

3. Цитович И.К. Курс аналитической химии. – М.: Высш. шк., 2009. – 496 с.

4. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия в 2-х томах. - Кн.-1. М.: Высшая школа, 2008. – 421 с.

### Дополнительная литература

1. Жебентяев А.И., Жерносек А.К., И.Е. Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа. – Минск: Новое знание, 2010. – 542 с.

2. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. В 3 Т. Т.3: Химический анализ / под ред. Л. Н. Москвина. – М.: Академия, 2010. – 368с.

3. Наумова Л.Б., Баталова В.Н. и др. Практическое руководство по химическим методам анализа: уч. пособие для студентов нехимических специальностей. – Томск. Томский госуниверситет, 2010. – 120 с.

4. Шумар С.В., Наумова Л.Б., Шелковников В.В. Расчеты в курсе аналитической химии.: уч. пособие для студентов нехимических специальностей. – Томск. Томский госуниверситет, 2011. – 84 с.

5. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: ИД «Альянс», 2014. – 448 с.

6. Борисов А.Н. Тихомирова И. Ю Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе. Учебник и практикум для прикладного бакалавриата. Издание 2-е. Изд. – во Юрайт, 2016. – 118 с.

7. Мовчан Н.И. Романова Р.Г. Горбунова Т.С. Аналитическая химия. Учебник. – Изд. - во Инфа –М, 2016. – 394 с.

8. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г Аналитическая химия в 2-х книгах. Издание 2-е. – Изд. – во Юрайт. 2016, – 355 с.

9. Харитонов Я.Ю. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные методы анализа). – Изд. – во ГЭОТАР- медиа, 2014. – 656 с.

10. Москвин Д.Н. Методы разделения и концентрирования. – Изд. – во Интеллект, 2012. – 352 с.

11. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды. – Изд. – во Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 295 с.

### Ресурсы сети Интернет:

1. <http://www.wssanalytchem.org> – портал «Аналитическая химия в России»; [Anchem.ru](http://Anchem.ru) [chemport.ru](http://chemport.ru) [eLIBRARY.ru](http://eLIBRARY.ru) [sciencedirect.com](http://sciencedirect.com) [springerlink.com](http://springerlink.com);
2. [http:// en.edu.ru](http://en.edu.ru)
3. <http://edu.tsu.ru/eor/resourse/537/tpl/index.html>
4. 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/resourse/537/tpl/index.html>

### 13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
  - Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
  - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- б) информационные справочные системы:
  - Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
  - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
  - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
  - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
  - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
  - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
  - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации (аудитория № 311 6-го учебного корпуса ТГУ). В аудитории имеется интерактивная доска.

Учебные аналитические лаборатории (аудитории № 314, 325, 6-го учебного корпуса ТГУ), обеспеченные лабораторной мебелью, посудой, приборами и химическими реактивами, необходимыми для выполнения запланированных в рабочей программе лабораторных работ. Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### 15. Информация о разработчиках

Шумар Светлана Викторовна, кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии ХФ ТГУ