

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

20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

**Аналитическая химия**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Биология»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.15

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Д.С. Воробьев

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2023

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 – Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-6.1. – Использует основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии в профессиональной деятельности;

ИОПК-6.2. – Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– сформировать представления о теоретических основах аналитической химии, химическом равновесии в гомогенных и гетерогенных системах, качественного и количественного анализа объектов окружающей среды и их исследование физико-химическими методами;

– уметь проводить химический эксперимент согласно требованиям методических рекомендаций с соблюдением норм техники безопасности, существующих правил и ГОСТов;

– уметь обрабатывать полученные экспериментальные данные с использованием методов математической статистики и делать выводы о составе и свойствах анализируемых объектов.

## **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 2, зачет.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Общая и неорганическая химия»

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 18 ч.;

– семинарские занятия: 0 ч.

– практические занятия: 0 ч.;

– лабораторные работы: 20 ч.

в том числе практическая подготовка: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

### **Тема 1. 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 аналитической химии. 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. Подготовка пробы к анализу. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление. Измерение аналитического сигнала.

### **Тема 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.

### **Тема 3. Типы химических реакций**

Равновесия в растворах кислот и оснований (гомогенное равновесие). 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.

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

Аналитические реакции. Их характеристики: специфичность, избирательность, чувствительность. Методы обнаружения ионов: химический, пирохимический (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов), микрокристаллоскопический. Методы анализа: химические, физико-химические, физические. Химический макро-, полумикро- и микроанализ. Методы разделения и концентрирования. Классификация катионов (кислотно-основная) и анионов. Дробный и систематический методы анализа. Примеры практического применения методов обнаружения.

### **Тема 5. Количественный анализ. Задачи количественного анализа.**

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.)

Титриметрические методы анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Способы выражений концентраций растворов в титриметрическом методе. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Определение точки эквивалентности, индикаторы. 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. Определение карбонат - ионов в растворе.

Окислительно-восстановительное титрование. Сущность и классификация методов редокс-титрования. Обзор основных методов: перманганатометрия, бихроматометрия, иодометрия. Методы определения конечной точки титрования. Индикаторы.

Перманганатометрия. Определение железа (II) в растворе.

Комплексометрическое титрование. Комплексометрия. Комплексоны. Металл - индикаторы. Применение комплексометрии для определения ионов жесткости воды.

#### **Тема 6. Физические и физико-химические методы анализа**

Общая характеристика методов анализа (оптические, электрохимические, хроматографические). Достоинства и недостатки по сравнению с химическими методами анализа. Области практического применения.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценивания отчетов по выполненным лабораторным работам и домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. В ходе выполнения лабораторного практикума и при проведении текущего контроля проверяются знания, получаемые по ИОПК 6.1, ИОПК 6.2.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Зачет** проводится в письменной форме по билетам. К зачету допускаются студенты, выполнившие лабораторный практикум в полном объеме, не имеющие задолженности по работам, предусмотренным текущим контролем в курсе.

Билеты содержат тест из 15 вопросов, проверяющих знания, приобретенные по ИОПК-6.1. Ответы на вопросы даются путем выбора из списка предложенных, соотнесения вопросов с предложенными вариантами ответов и предоставлением короткого ответа в виде одно-двух слов. Суммарное число баллов за тест составляет 100 баллов. Продолжительность тестирования 45 минут.

#### **Примеры вопросов теста:**

1. Сильным электролитом является ...
  1. NaOH
  2. Mg(OH)<sub>2</sub>
  3. Co(OH)<sub>2</sub>
  4. Fe(OH)<sub>3</sub>
  5. NaCl

2. Константа химического равновесия не имеет смысла при расчете ионных равновесий в реакции ...

1. диссоциации слабых электролитов
2. диссоциации сильных электролитов
3. гидролиза
4. комплексообразования

3. Растворимость веществ возрастает в следующей последовательности...

- 1 AgBr  $K_S = 4,8 \cdot 10^{-13}$
2. CuCl  $K_S = 3,2 \cdot 10^{-7}$
3. PbS  $K_S = 6,2 \cdot 10^{-27}$
4. CaCO<sub>3</sub>  $K_S = 3,7 \cdot 10^{-9}$

4. Расположите указанные водные растворы солей одинаковой концентрации в порядке увеличения pH:

- A) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- B) Na<sub>2</sub>S
- B) NaHS

5. Расположите указанные вещества в порядке уменьшения pH водных растворов при одинаковой концентрации компонентов.

- A) NaHS
- B) Na<sub>2</sub>S
- B) HBr
- Г) HNO<sub>2</sub>

Результаты зачета определяются оценками «зачет», «незачет». Зачет получает студент, который набрал по результатам тестирования не менее 60% от общего количества баллов за тест (60–100 баллов). Студент, набравший менее 60 % баллов от общего количества за тестирование не получает зачета по дисциплине.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=17179>

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

в) План лабораторных занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

### 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 1. Общие вопросы. Методы разделения / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 416 с.

– 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, 2012. – 384 с.

–

- Основы аналитической химии: задачи и вопросы / под ред. Ю. А. Золотова. - 3-е изд., испр. и доп. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 416 с.
- 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. (Доступно в библиотеке ТГУ)
- 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. (Доступно в библиотеке ТГУ)
- Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А. Аналитическая химия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 592 с.
- Цитович И.К. Курс аналитической химии. – М.: Высш. шк., 2009. – 496 с.
- Харитонов Ю.А. Аналитическая химия в 2-х томах.- Кн. – 1. М.: Высшая школа, 2008. – 421 с.
- 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.
- Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: ИД «Альянс», 2014. – 448 с.

б) дополнительная литература:

- Жебентяев А.И., Жерносек А.К., И.Е. Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа.–Минск: Новое знание, 2010. –542 с.
- Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. В 3 Т. Т.3: Химический анализ / под ред. Л. Н. Москвина. - М.: Академия, 2010. –3681.
- Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия в 2-х книгах. – Издание 2-е. Изд-во Юрайт, 2016 . – 355 с.
- 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.
- 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.

в) ресурсы сети Интернет:

- <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);
- 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>

### 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 (аудитория № 311 6-го учебного корпуса ТГУ).

Аудитории для проведения групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

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**

Наумова Людмила Борисовна, канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры аналитической химии ХФ ТГУ.