

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

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
И.о. декана  
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

**Анализ реальных объектов**

по специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация:

**Фундаментальная и прикладная химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
В.В. Шелковников

Председатель УМК  
В.В. Шелковников

Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

РОПК 1.1 Умеет разрабатывать стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить основные этапы анализа как системы практической деятельности, особенности реальных объектов, задачи их анализа.

– Научиться осуществлять выбор способа отбора проб, оптимальной методики анализа реальных объектов с учетом решаемых задач.

– Владеть навыками методологической деятельности, которая складывается из постановки задачи, выбора метода аналитического контроля, отбора и подготовки пробы к анализу, составления схемы анализа, позволяющей получить результаты с требуемой точностью.

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Модуль Аналитическая химия.

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

Восьмой семестр, зачет с оценкой

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия, физическая химия, высокомолекулярные соединения, математический анализ, физика, методы математической статистики в химии, электрохимические методы, хроматографические методы, спектроскопические методы.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-лабораторные: 16 ч.

-практические занятия: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 40 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Аналитический цикл и его основные этапы. Химико-аналитический контроль реальных объектов, его роль в различных отраслях народного хозяйства. Аналитическое обеспечение системы экологического мониторинга. Предельно допустимые концентрации. Аналитический цикл и его основные этапы. Представительная проба, способы получения. Факторы, обуславливающие размер пробы. Отбор пробы твердых, газообразных, жидких веществ. Транспортировка, хранение, консервирование. Разложение проб. «Сухое» и «мокрое» разложение. Сплавление и спекание, последующее растворение как способ перевода пробы в растворимое состояние. Концентрирование и разделение. Количественные характеристики, современная классификация, обзор основных методов. Связь пробоподготовки с последующим методом определения. Основные критерии, определяющие выбор метода определения (точность, чувствительность, избирательность и др.)

Тема 2. Анализ геологических объектов. Нерудные полезные ископаемые: силикатные, не силикатные минералы и свободные элементы. Определение характера породы, основных компонентов ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$ ), различных форм воды. Силикатный анализ. Рудные полезные ископаемые: железные, марганцевые, полиметаллические руды. Основные задачи анализа рудных полезных ископаемых. Способы разложения в зависимости от содержания основного элемента и кремния (разложение кислотами, сплавление, спекание). Схемы анализа при определении основных компонентов. Способы отделения основных элементов при определении микрокомпонентов в рудах.

Тема 3. Анализ металлов и сплавов. Классификация металлов и сплавов. Основные задачи анализа металлов и сплавов. Черные металлы и сплавы. Определение в них постоянных примесей (сера, углерод, кислород, азот, водород, фосфор, кремний) и легирующих добавок (хром, марганец, никель, вольфрам, молибден и т.д.). Цветные металлы и сплавы. Особенности анализа сплавов на основе меди (бронзы, латуни, медно-никелевые сплавы). Определение примесей, влияющих на электропроводность и примесей, ухудшающих прокатные свойства меди и медных сплавов. Определение цинка в латунях и легирующих элементов (олово, бериллий, алюминий и пр.) в бронзах. Особенности анализа алюминиевых, магниевых, антифрикционных и жаропрочных (ниобий, тантал, цирконий, титан) сплавов. Автоматизированный аналитический контроль в цветной и черной металлургии.

Тема 4. Анализ вод. Классификация вод. Основные аналитические проблемы. Пробоотбор, консервация и хранение проб. Важнейшие свойства вод, определяемые наличием растворенных веществ: плотность, электропроводность, температура замерзания и наибольшей плотности. Определение обобщенных физических и химических показателей, определяющих качество воды (прозрачность, мутность, цветность, водородный показатель, окислительно-восстановительный потенциал, щелочность, растворенный кислород, окисляемость, ХПК и БПК. Биотестирование как способ оценки качества вод. Определение индивидуальных неорганических компонентов вод: хлоридов, фторидов, нитритов, нитратов, фосфатов, серосодержащих анионов, ионов аммония, щелочных и щелочноземельных металлов. Определение жесткости воды. Определение свободного хлора. Формы существования тяжелых металлов и радионуклидов в водах. Способы их концентрирования и определения. Природные органические вещества вод. Общая оценка их содержания: определение органического углерода, азота, фосфора. Основные классы загрязняющих органических веществ (ПАВ, фенолы и нефтепродукты, ПАУ, азот-, серо- и фосфорсодержащие пестициды, хлорорганические соединения. Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения.

Тема 5. Анализ воздуха.

Специфические особенности атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны, промышленных и транспортных выбросов. Стандарты качества атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны предприятий. Влияние источников загрязнений, метеорологических, топографических факторов и фотохимических реакций на колебания состава и степени загрязненности воздуха во времени и пространстве. Способы и методы отбора проб воздуха. Аспирационный способ отбора проб воздуха. Аспирационные устройства и типы поглощительных приборов. Поглощительные растворы, твердые сорбенты, хемосорбенты и аэрозольные фильтры, используемые в поглощительных приборах. Выбор оптимальных параметров отбора проб воздуха (скорость и продолжительность аспирации, тип поглощительного прибора и поглощителя) в зависимости от природы и содержания определяемого вещества, режима отбора проб, чувствительности последующего метода аналитического контроля. Химический состав воздуха. Определение неорганических компонентов воздуха природного и техногенного происхождения и органических соединений. Аэрозоли: образование в атмосфере, роль в переносе нелетучих загрязняющих веществ, особенности пробоотбора и анализа. Автоматизация анализа воздуха.

Тема 6. Анализ почв и донных отложений.

Химический состав почв и основные аспекты его изучения. Макрокомпоненты, формы их существования и вариабельность содержания, типы почв. Гумусовые вещества (строение и реакционная способность, функции в окружающей среде), микроэлементы и загрязняющие вещества почв. Влияние различных факторов (почвообразующие и подстилающие породы, особенности их залегания, природно-климатические условия) на степень кумуляции загрязняющих веществ и характер их вертикального распределения. Отбор представительной пробы почв и почвообразующих материалов (илов, сапропелей), их хранение. Влажность и зольность почв, их определение. Задачи и методы установления среднего содержания валовых, подвижных и обменных форм. Определение обобщенных показателей: емкости катионного обмена, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала, содержания легкорастворимых солей, биологической активности. Определение неорганических компонентов. Элементный и молекулярный анализ. Анализ водной вытяжки на содержание нитратов, нитритов, хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочноземельных металлов. Определение тяжелых металлов: валового содержания и подвижных форм. Определение органических компонентов. Элементный анализ: определение органического углерода и органического азота. Определение токсичных веществ. Методы извлечения и концентрирования загрязняющих органических веществ.

Тема 7. Анализ веществ высокой чистоты.

Техника выполнения анализа. Требования к качеству результатов анализа (чувствительность, правильность, воспроизводимость). Пути повышения чувствительности анализа. Определение микропримесей. Стандартные образцы сравнения. «Контрольный опыт», пути снижения поправки контрольного опыта. Определение микропримесей металлов, углерода, азота, кислорода, водорода, кремния. Способы очистки поверхности образца. Оценка распределения примесей на поверхности, в глубине и объеме объекта. Анализ твердой поверхности. Микронзондовые методы анализа.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения трех теоретических индивидуальных заданий, тестирования, выполнения лабораторной работы по анализу реального объекта и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

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

Зачет с оценкой в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов. Продолжительность зачета с оценкой 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://lms.tsu.ru/enrol/index.php?id=23448>

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

в) План практических 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:

– Карпов Ю. А. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю. А. Карпов, А.П. Савостин. – М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2012, 243 с.

– Москвин Л. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии / Л. Москвин, О. Родинков. Долгопрудный: Интеллект, 2011. 348 с.

– 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.

– Мосичев В.И. Металлы и сплавы. Анализ и исследование. Аналитический контроль состава материалов черной и цветной металлургии/В.И. Мосичев, И. П. Калинин, Б. К. Барахтин. – СПб: «Профессионал», 2007, 1092 с.

– Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов : практическое руководство / Другов Ю. С., Родин А. А. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 472 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/135483>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/135483.jpg>

– Другов Ю.С. Анализ загрязненной воды: Практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – 2-е изд. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2015, 681 с.

– Петрова Ю. С. Анализ объектов окружающей среды : учеб.-метод. пособие / Ю. С. Петрова, Л. К. Неудачина, Е. Л. Лебедева. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 244 с. [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/68359/1/978-5-7996-2549-8\\_2019.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/68359/1/978-5-7996-2549-8_2019.pdf)

– Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны / Муравьева С.И и др. М., Химия. 1991. 368 с.

б) дополнительная литература:

– Анализ почвы: справочник: минералогические, органические и неорганические методы анализа/Марк Пансю, Жак Готеру; пер. с англ. 2-го изд. под ред. Д.А. Панкратова. – СПб: Профессия, 2014. 799 с.

– Другов Ю.С. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2015. – 531 с.

– Другов, Ю. С. Мониторинг органических загрязнений природной среды: 500 методик. : / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 896 с.

– Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, –2007. –294 с

в) ресурсы сети Интернет:

– <http://92.63.64.166:8090/docs/> Зарубежные и международные стандарты

– Пищевая химия. Наличие металлов в продуктах: Учебное пособие /Ким И.Н. - отв. ред. Ким, Игорь Николаевич. М.: Юрайт, 2017.

<http://www.biblio-online.ru/book/37C0428C-0C47-4218-BCC9-02B9F08CCC2F>

– Петрова Ю. С. Анализ объектов окружающей среды : учеб.-метод. пособие / Ю. С. Петрова, Л. К. Неудачина, Е. Л. Лебедева. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 244 с. [https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/68359/1/978-5-7996-2549-8\\_2019.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/68359/1/978-5-7996-2549-8_2019.pdf)

– Другов Ю.С. Экспресс-анализ экологических проб / Ю.С. Другов, А.Г. Муравьев, А.А. Родин. М.: БИНОМ. Лаборатория Знаний. 2010. 424 с. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб. 2010- . – URL: <http://e.lanbook.com/>

– Другов Ю. С. Пробоподготовка в экологическом анализе / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М.: БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2009, 855 с. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб. 2010- . – URL: <http://e.lanbook.com/>

– Pollutants in Buildings, Water and Living Organisms electronic resource /edited by Eric Lichtfouse, Jan Schwarzbauer, Didier Robert. Springer International Publishing: Imprint: Springer, 2015. 348 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19276-5>

### 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.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории оснащены вытяжными шкафами и необходимым оборудованием для анализа реальных объектов различными инструментальными методами:

1. Дуговые кварцевые и дифракционные атомно-эмиссионные спектрометры с МАЭС.
2. Спектрофотометры «Evolution 600» USA, «Specol»; СФ-56.
3. Атомно-абсорбционный спектрометр SOLAAR серии S (Thermoelectron Corporation, США);
4. pH-метр-милливольтметр pH-121, PP-15;
5. Сушильный шкаф, термостат, встряхиватель.
6. Аналитические весы.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

#### **15. Информация о разработчиках**

Саранчина Надежда Васильевна канд. хим. наук, кафедра аналитической химии химического факультета Национального Исследовательского Томского государственного университета, доцент.