

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины  
Анализ реальных объектов**

Направление подготовки  
**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Квалификация  
**Специалист**

Форма обучения  
**Очная**

Томск – 2016

**1. Код и наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.1.2.4 – «Анализ реальных объектов»**

**2. Цель изучения дисциплины** – знание особенностей многокомпонентного состава различных реальных объектов и методологии их анализа, которая складывается из постановки цели и задач, изучения литературы для выбора методов аналитического контроля, отбора и подготовки пробы к анализу с использованием способов устранения мешающих элементов и способов концентрирования примесей, составления схемы анализа, позволяющей получить результаты с требуемой точностью.

**3. Год/годы и семестр/семестры обучения:** 4 год обучения, 8 семестр

**4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, из которых 48 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (24 часа – занятия лекционного типа, 24 часа – практические занятия), 60 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в том числе 10 часов групповые и индивидуальные консультации, 36 часов отводится на промежуточную аттестацию (подготовка обучающегося к экзамену).

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

<b>Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>Первый уровень</b> (пороговый) <b>(ПК-3) – I</b> – владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	<b>З (ПК-3) – I – Знать:</b> задачи анализа реальных объектов, основные этапы анализа как системы практической деятельности
<b>Первый уровень</b> (пороговый) <b>(СК-2) – I</b> – владение основами методов пробоотбора и пробоподготовки, идентификации и определения, математической статистики для обработки аналитической информации и умение их применять в анализе реальных объектов	<b>З (СК-2) – I – Знать:</b> особенности реальных объектов, способы отбора проб и пробоподготовки
<b>Второй уровень</b> (углубленный) <b>(СК-2) – II</b> – владение основами методов пробоотбора и пробоподготовки, идентификации и определения, математической статистики для обработки аналитической информации и умение их применять в анализе реальных объектов	<b>У (СК-2) – II – Уметь:</b> осуществлять выбор способа пробоотбора, составлять схему анализа реальных объектов различными методами, включающую этапы устранения мешающего влияния компонентов пробы и концентрирования примесей

## 6. Содержание дисциплины «Анализ реальных объектов» и структура учебных видов деятельности

### 6.1. Структура учебных видов деятельности

Раздел дисциплины	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Консультации (час.)	Самостоятельная работа (час.)	Промежуточный контроль (час.)
		Лекции	Семинары	Коллоквиум			
Роль химико-аналитического контроля реальных объектов. Аналитический цикл и его основные этапы.	2	2					
Пробоотбор и пробоподготовка. Разделение и концентрирование. Связь пробоподготовки с последующим методом определения.	6	4		2		4	
Геологические объекты. Основные задачи анализа. Схемы анализа при определении основных компонентов и микроэлементов.	4	2	2			4	
Металлы и сплавы, их классификация. Основные задачи анализа. Аналитический контроль в цветной и черной металлургии.	6	4	2			4	
Почвы и донные отложения. Обобщенные показатели почв, схемы определения неорганических и органических компонентов.	6	4	2			4	
Классификация вод, основные проблемы анализа. Обобщенные физические и химические показатели. Схема определения неорганических и органических компонентов.	6	4	2			4	
Воздух атмосферный и рабочей зоны. Определение компонентов природного и техногенного происхождения. Аэрозоли.	6	4	2			4	
Вещества высокой чистоты. Техника выполнения анализа, пути повышения чувствительности анализа.			4		4	8	
Пищевые и сельскохозяйственные продукты. Вещества, определяющие пищевую ценность продуктов, пищевые добавки, чужеродные вещества. Методы их извлечения, концентрирования, разделения и определения.			4		2	10	
Биологические материалы. Отбор, транспортировка, хранение биомасс. Определение лекарственных препаратов, токсичных и одурманивающих веществ. Тест-методы.			4		4	8	
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>24</b>		<b>10</b>	<b>50</b>	<b>36</b>

## 6.2. Программа дисциплины «Анализ реальных объектов»

**Тема 1.** Химико-аналитический контроль реальных объектов, его роль в различных отраслях народного хозяйства и в решении проблем окружающей среды. Аналитическое обеспечение системы экологического мониторинга. Предельно допустимые концентрации. Аналитический цикл и его основные этапы.

**Тема 2. Пробоотбор и пробоподготовка.** Представительная проба, способы получения. Факторы, обуславливающие размер пробы. Отбор пробы твердых, газообразных, жидких веществ. Транспортировка, хранение, консервирование.

Разложение проб. Выбор способа разложения. «Сухое» и «мокрое» разложение. Сплавление и спекание, последующее растворение как способ перевода пробы в растворимое состояние.

Концентрирование и разделение. Основные методы концентрирования: сорбция, экстракция, криогенный способ, фильтрационные и мембранные методы. Связь пробоподготовки с последующим методом определения. Основные критерии, определяющие выбор метода определения (точность, чувствительность, избирательность и др.).

### Тема 3. Анализ реальных объектов (их особенности, задачи и схемы анализа)

**3.1. 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.

**3.2. Анализ металлов и сплавов.** Металлы и сплавы, их классификация. 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 меди и медных сплавов (мышьяк, сурьма, железо, никель, и примесей, ухудшающих их прокатные свойства (висмут и свинец). 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.

**3.3. Анализ почв и донных отложений.** Почвы как объект окружающей среды. 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 (илы, сапропели), 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.

**3.4. Анализ вод.** Классификация вод. Основные аналитические проблемы. Пробоотбор, консервация и хранение проб. Природные неорганические и органические вещества вод. Важнейшие свойства вод, определяемые наличием растворенных веществ: плотность, электропроводность, температура замерзания и наибольшей плотности. Определение обобщенных физических и химических показателей, определяющих качество воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, окислительно-восстановительного потенциала, щелочности, растворенного кислорода, окисляемости, химического и биохимического потребления кислорода (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 (поверхностно-активные вещества, фенолы, нефтепродукты, полиароматические углеводороды, азот-, серо- и фосфорсодержащие пестициды, хлорорганические соединения: хлорсодержащие пестициды, полихлорированные бифенилы, полихлордibenзофураны, полихлордibenзо-п-диоксины). Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения.

**3.5. 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. Предварительная оценка агрегатного состояния загрязнителей по их летучести с целью выбора адекватного способа пробоотбора. Аспирационный способ отбора проб воздуха. Аспирационные устройства и типы поглотительных приборов. Поглотительные растворы, твердые сорбенты, хемосорбенты и аэрозольные фильтры, используемые в поглотительных приборах. Выбор оптимальных параметров отбора проб воздуха (скорость и продолжительность аспирации, тип поглотительного прибора и поглотителя) 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 (озон, оксиды углерода, азота, серы, аммиак, сероводород) и органических соединений (алифатические и ароматические углеводороды, карбонильные и хлорорганические соединения, фенолы, спирты и т.д.).

Аэрозоли: образование в атмосфере, роль в переносе нелетучих загрязняющих веществ, особенности пробоотбора и анализа. Автоматизация анализа воздуха. Основные типы газоанализаторов. Дистанционные методы анализа.

**3.6. Анализ веществ высокой чистоты.** Техника выполнения анализа веществ высокой чистоты. 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. Микрондольные методы анализа.

**3.7. Анализ пищевых и сельскохозяйственных продуктов.** Химические вещества пищевых продуктов: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества. Методы их извлечения, концентрирования, разделения и определения.

Определение компонентов, определяющих пищевую ценность продуктов (белки, жиры, углеводы, витамины, аминокислоты и другие органические кислоты). Методы их извлечения, концентрирования, разделения и определения.

Оценка безопасности пищевых продуктов. Определение неорганических и органических токсикантов (ртуть, мышьяк, свинец, нитраты, нитриты, пестициды, консерванты, антибиотики, пищевые добавки и т. д.).

**3.8. Анализ биологических материалов.** Требования к отбору проб, транспортировка и хранение биомасс. Анализ биологических материалов на содержание лекарственных препаратов, токсичных и одурманивающих веществ. Способы извлечения и концентрирования токсикантов. Тест-методы.

### **6.3. Форма промежуточной аттестации – экзамен**

## **7. Ресурсное обеспечение дисциплины «Анализ реальных объектов»**

### **7.1. Основная литература**

1. Карпов Ю. А. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю. А. Карпов, А.П. Савостин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 243 с.
2. Москвин Л. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии / Л. Москвин, О. Родинков. Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 348 с.
3. Аналитическая химия. Химический анализ реальных объектов / М. А. Киселева [и др.]. – Томск: РИО ТГУ, 2012. – 91 с.
4. Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 469 с.
5. Другов Ю.С. Анализ загрязненной воды: Практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 681 с.
6. Другов Ю.С. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство /Ю.С. Другов, А.А. Родин. М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2015. – 531 с.
7. 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.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Другов Ю.С. Мониторинг органических загрязнений природной среды: 500 методик: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 893 с.

2. Анализ воды: справочник / Лео М.Л. Ноллет, Лин С.П. Де Гелдер. Пер. с англ. яз. 2-го изд. Под ред. И.А. Васильевой, Е.Л. Пролетарской. – СПб.: Профессия, 2012. – 919 с.
3. 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.
4. 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.

### 7.3. Электронные ресурсы

1. 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/>
2. 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/>  
Скворцова Л.Н. Методы количественного химического анализа. Учебно-методический комплекс (УМК) / Л.Н. Скворцова [и др.], Томск, 2011. <http://edu.tsu.ru/eor/resource/544/tpl/index.html>
3. Шелковников В.В. Физико-химические методы анализа. Учебно-методический комплекс (УМК) / В.В. Шелковников Томск, 2011. <http://edu.tsu.ru/eor/resource/557/tpl/index.html>
4. Шелковников В.В. Электрохимические методы анализа. мультимедийное пособие / В.В Шелковников, М.В. Анищенко. 2007. [http://ido.tsu.ru/iop\\_res1/electrohimmethod](http://ido.tsu.ru/iop_res1/electrohimmethod)  
[http:// anchem.ru](http://anchem.ru)
5. 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, 2010. Электронный ресурс <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000221627/000221627.pdf>

### 7.4. Методические пособия кафедры

1. Отмахов В.И. Метод дуговой атомной спектроскопии с многоканальным анализатором эмиссионных спектров (Учебно-методическое пособие) / В.И. Отмахов, Е.В. Петрова. Томск: РИО ТГУ, 2014. – 75 с.
2. Скворцова Л. Н. Аналитическая химия. Химические методы количественного анализа: Учебно-методическое пособие / Л.Н. Скворцова [и др.] – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. – 167 с.
3. Шелковников В.В. Электрохимические методы анализа / В.В. Шелковников, В.Н. Баталова, А.Г. Зарубин – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2011. – 111 с.
4. Отмахов В.И. Спектроскопические методы анализа. Учебное пособие / В.И. Отмахов, Е.В. Петрова, М.А. Киселева. Томск: РИО ТГУ, 2010. – 149 с.

**8. Преподаватель (автор) – канд. хим. наук, доцент Е.В. Петрова**