

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВО "Новосибирский национальный  
исследовательский государственный университет"**

**Факультет естественных наук**

**УТВЕРЖДАЮ**



Декан ФЕН НГУ, профессор

Резников В.А.

«29» августа 2014 г.

**Мониторинг объектов окружающей среды**

**Модульная программа лекционного курса, семинаров,  
практикума и самостоятельной работы студентов**

Курс 4, VIII семестр

Учебно-методический комплекс

Новосибирск 2014

Учебно-методический комплекс по курсу «Мониторинг объектов окружающей среды» предназначен для студентов факультета естественных наук 4 года обучения, направление подготовки 020100 «Химия (бакалавр)». В состав пособия включены программа и структура дисциплины, включающей курс лекций и практикум, знакомящие студента с экоаналитическим контролем основных объектов окружающей среды с использованием современных инструментальных методов химического анализа. Приведены вопросы для подготовки к коллоквиуму по лекционному курсу, примеры тем курсовых работ, выполняемых студентами на реальных объектах, а также порядок их защиты.

Составители:

Коковкин В.В., доц., Шуваева О.В., доц., Бейзель Н.Ф., ст. преп.,  
Морозов С.В., асс., Рапута В.Ф.

©Новосибирский государственный  
университет, 2014

## Содержание

Аннотация рабочей программы.....	4
<b>1. Цели освоения дисциплины.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Место дисциплины в структуре ООП.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....</b>	<b>7</b>
<b>4. Структура и содержание дисциплины.....</b>	<b>8</b>
Рабочий план учебной нагрузки.....	10
Программа курса.....	10
<b>5. Образовательные технологии.....</b>	<b>11</b>
<b>6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....</b>	<b>12</b>
Рекомендованная литература к курсу.....	12
Содержание практикума по курсу "Мониторинг объектов окружающей среды".....	15
Примеры тем курсовой работы.....	15
Примеры вопросов для подготовки к коллоквиуму.....	17
<b>7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....</b>	<b>22</b>
<b>8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....</b>	<b>23</b>

## **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина «Мониторинг объектов окружающей среды» относится к вариативной части (профильные дисциплины) профессионального (специального) цикла ООП по направлению подготовки «020100 ХИМИЯ» (квалификация (степень) бакалавр). Дисциплина реализуется на Факультете естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Новосибирский национальный исследовательский государственный университет" (НГУ) кафедрой аналитической химии.

Содержание дисциплины включает рассмотрение вопросов, связанных с изучением химического состава объектов окружающей среды с использованием современных аналитических методов определения органических и неорганических компонентов на уровнях макро- и микро-содержаний, с оценкой достоверности полученных результатов, их интерпретацией.

Курс состоит из двух частей: лекционной части и практикума. В лекциях дается определение мониторинга, рассматриваются цели, задачи и виды, основные этапы и стадии мониторинга. Существенная часть курса посвящена вопросам теории и практики экоаналитического контроля основных объектов окружающей среды с использованием современных инструментальных методов анализа: атомно-эмиссионной спектromетрии с индуктивно-связанной плазмой, атомно-абсорбционной спектromетрии, капиллярного электрофореза, хромато-масс-спектromетрии и др. В практикуме студенты знакомятся с пространственным мониторингом окрестностей реальных техногенных источников (автотрасса и промпредприятие) на примере последовательного продвижения по цепочке: отбор проб снежного покрова в зоне действия воздушных выбросов источника по выбранному маршруту – пробоподготовка и анализ химического состава доставленных в лабораторию проб на макро- и микрокомпоненты – обработка результатов – построение моделей распространения аэрозольных примесей. Накопленный многолетний опыт позволяет утверждать, что предлагаемая программа практикума обеспечивает приобретение необходимых для специалистов практических навыков в области аналитической

химии, а также формирование на их основе грамотного подхода к решению экологических проблем региона.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общекультурных компетенций: ОК-6, ОК-7, ОК-9; профессиональных компетенций: ПК-3, ПК-4, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9.

Теоретический курс представлен одним модулем, который включает лекции и семинарские занятия, одно домашнее задание, сдачу коллоквиума, самостоятельную работу студента.

Практический курс представлен также одним модулем, который на реальной практике знакомит студентов с анализом объектов окружающей среды. Курс завершается написанием курсовой работы на основе собственных результатов химического анализа отобранных проб и защитой курсовой на итоговом занятии. По результатам выставляется оценка в виде дифференцированного зачета.

Оба модуля студенты проходят в одном семестре, сдают один коллоквиум и один дифзачет. Самостоятельная работа предусмотрена при решении домашнего задания, подготовке коллоквиума и курсовой работы.

Виды контроля

Промежуточный контроль в виде сдачи коллоквиума предусмотрен по итогам выполнения первого модуля.

Итоговый контроль предусмотрен по итогам выполнения второго модуля, заключающегося в защите курсовой работы. Оценка выставляется в виде дифзачета.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы. Всего 144 академических часа. Программой дисциплины предусмотрены 10 лекционных часов, 20 часов семинарских занятий, 46 часов лабораторных работ, а также 68 часов самостоятельной работы студентов.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Курс «Мониторинг объектов окружающей среды» предназначен для ознакомления студентов с основополагающими принципами отбора проб природных объектов, с теорией и практикой используемых инструментальных методов, используемых

в анализе природных объектов, интерпретацией полученных результатов. Отметим, что часть используемых в данном курсе методов химического анализа ранее не была знакома студентам по другим курсам.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса, которые состоят в овладении студентами основами теории планирования пробоотбора, составления схем химического анализа, включающего пробоподготовку и определение химического состава объектов окружающей среды с учетом выбранного набора определяемых элементов и уровнем их концентраций. Изучение теоретических вопросов сопровождается выполнением практических работ, заключающихся в отборе проб в полевых условиях, подготовке к анализу отобранных проб, работе на современных приборах, позволяющих определять широкий спектр компонентов разной природы на уровне от микро- до макро-содержаний.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Дисциплина «Мониторинг объектов окружающей среды» относится к вариативной части (профильные дисциплины) профессионального (специального) цикла ООП по направлению подготовки «020100 ХИМИЯ» (квалификация (степень) бакалавр).

Дисциплина «Мониторинг объектов окружающей среды» опирается на следующие дисциплины данной ООП:

- физическая химия (строение и свойства атома, природа химической связи, химическая реакция, понятия о кинетике и термодинамике реакций, кислотно-основные равновесия);
- неорганическая химия (строение и свойства атомов, строение молекул, химическая связь);
- органическая химия (строение и свойства органических соединений)
- основы компьютерной грамотности (навыки обращения с ПК);
- аналитическая химия (химические равновесия, методы определения качественного и количественного состава веществ, органические соединения как лиганды);
- охрана окружающей среды (химический состав, свойства и особенности объектов окружающей среды).

Результаты освоения дисциплины «Мониторинг объектов окружающей среды» используются в следующих дисциплинах

данной ООП:

- научно-исследовательская практика;
- итоговая государственная аттестация.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Общекультурные компетенции:**

- использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-6);
- умеет работать с компьютером на уровне пользователя и способен применять навыки работы с компьютерами как в социальной сфере, так и в области познавательной и профессиональной деятельности (ОК-7);
- владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-9).

#### **Профессиональные компетенции:**

- обладает способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных (ПК-3);
- обладает навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ПК-4);
- обладает базовыми навыками работы на современных учебно-научных приборах и оборудовании при проведении химических экспериментов (ПК-6);
- имеет опыт работы на современном стандартном оборудовании, применяемом в аналитических и физико-химических исследованиях (ПК-7);
- владеет методами регистрации и обработки результатов химически экспериментов (ПК-8);

- владеет методами безопасной работы в химической лаборатории и обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9).

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

- понимать значение химического анализа, знать место аналитической химии в системе наук;
- владеть метрологическими основами анализа, понимать сущность химических реакций и процессов используемых в аналитической химии;
- понимать принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических);
- иметь представление об особенностях объектов анализа, владеть методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения;
- знать и уметь реализовывать на практике все стадии аналитического процесса, начиная с отбора пробы и кончая расчетом и грамотным представлением результатов анализа;
- знать теоретические основы физико-химических методов анализа: оптические методы, электрохимические методы, хроматография; капиллярный электрофорез;
- уметь использовать программное обеспечение компьютеров для планирования химических исследований, анализа экспериментальных данных и подготовки отчетов по результатам эксперимента.

#### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы. Всего 144 академических часа.

Курс разделен на 2 модуля и включает в себя лекционную часть и практикум.

В лекциях дается определение мониторинга, рассматриваются цели, задачи и виды, основные этапы и стадии мониторинга. Существенная часть курса посвящена вопросам теории и практики экоаналитического контроля природных сред с использованием современных инструментальных методов анализа: атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой,

атомно-абсорбционной спектрометрии, капиллярного электрофореза, хромато-масс-спектрометрии и др. В практикуме студенты знакомятся с пространственным мониторингом окрестностей в зоне действия реальных техногенных источников (автотрасса и промпредприятие) на примере последовательного продвижения по цепочке: отбор проб снежного покрова в зоне действия воздушных выбросов источника по выбранному маршруту – пробоподготовка и анализ химического состава доставленных в лабораторию проб на содержание макро- и микрокомпонентов – обработка результатов – моделирование процесса переноса аэрозольных примесей.

По итогам выполнения модулей в конце семестра выставляется дифзачет.

### Распределение нагрузки по темам и видам работ

Наименование разделов и тем	Количество часов				
	Лекции	Семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов
Мониторинг объектов окружающей среды, экоаналитический контроль	4	2	-	4	10
Объекты мониторинга: воды, почвы, воздух	6	2	-	4	12
Современные методы химического анализа объектов окружающей среды		16	-	16	32
Полевые работы			8	4	12
Работа в практикуме, включая подготовку курсовой работы			38	40	78
Итого по курсу:	10	20	46	68	144

## Рабочий план учебной нагрузки

### Лекционный курс

Неделя	Темы занятий
ФЕВРАЛЬ 1-5 недели	Лекции по мониторингу объектов окружающей среды (ИНХ СО РАН) 10.00–11.35.
6-я неделя	Коллоквиум по курсу

### Практикум

Период	Наименование вида работ
Февраль-март (4 недели)	Семинарские занятия по методам химического анализа объектов окружающей среды. (ИНХ СО РАН) 12.00–15.00.
Март (5-я неделя)	Выезд в поле. Отбор проб снежного покрова и доставка в лабораторию. 9.00 – 16.00.
Март – апрель (6-10 недели)	Анализ проб в аналитических лабораториях ИНХ СО РАН и НИОХ СО РАН. 9.00 – 14.00
Апрель 10-12 недели	Обсуждение результатов. Написание курсовой работы
Май	Защита работы. Дифф. зачет

### Программа курса «Мониторинг объектов окружающей среды»

1. Объекты окружающей среды (ООС): вода, почва, воздух, растительность. Химический состав ООС: обобщенные характеристики, макро- и микроэлементы; неорганические и органические вещества. Антропогенные загрязнения.

2. Источники загрязнения окружающей среды: промышленность, автотранспорт, коммунальный сектор. Виды выбросов: газо-аэрозольные, сточные воды. Состав выбросов. Основные определяемые параметры. Масштаб влияния источников на окружающую среду: локальный, региональный, глобальный. Химико-экологические проблемы Западно-Сибирского региона. Некоторые глобальные последствия загрязнения природных сред.

3. Снежный, почвенный и растительный покровы – естественные

планшеты-накопители атмосферных выпадений. Особенности и характеристики различных источников загрязнения. Виды выбросов: газо-аэрозольные, сточные воды. Состав выбросов. Контролируемые параметры.

4. Мониторинг ООС во времени и пространстве. Основные этапы и стадии мониторинга. Оптимальное размещение на местности точек отбора проб. Методы численного анализа данных наблюдений. Реконструкция полей аэрозольных выпадений загрязняющих веществ в окрестностях точечных, линейных и площадных источников.

5. Схемы химического анализа ООС, их этапы. Пробоотбор. Консервирование проб. Пробоподготовка. Методики анализа. Результаты анализа. Метрологическая оценка результатов анализа. Методы оценки достоверности результатов применительно к природным объектам.

6. Пробоотбор образцов вод, почв, воздуха и растительности. Особенности отбора в зависимости от цели и задач исследования. Представительная проба. Разовая проба. Смешанная проба. Подготовка твердых и жидких ООС к анализу.

7. Методы элементного и вещественного анализа объектов окружающей среды: атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой; хромато-масс-спектрометрия; ионометрия; капиллярный электрофорез, атомно-абсорбционная спектрометрия, титрование.

## **5. Образовательные технологии**

*Виды/формы образовательных технологий.* Отличительной особенностью курса является применение в нем двухмодульной системы обучения студентов. Представленный в лекционной части материал студенты закрепляют при работе с реальными объектами на современном аналитическом оборудовании.

Следует отметить, что все преподаватели, участвующие в курсе «Мониторинг объектов окружающей среды» являются профессиональными исследователями в области аналитической химии и экоаналитического контроля. В теоретическом (лекционном) курсе лектором используются научные результаты, полученные в собственной научно-исследовательской работе.

Преподаватели, участвующие в проведении курса, регулярно

готовят и издают учебно-методические пособия, посвященные различным разделам химического анализа и преподаваемого курса. Эти пособия также размещаются в электронном виде на сайте Факультета естественных наук [www.fen.nsu.ru](http://www.fen.nsu.ru).

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **Рекомендованная литература к теоретическому курсу**

1. Коковкин В. В., Шуваева О. В., Морозов С. В., Рапуга В. Ф. Руководство по методам полевых и лабораторных исследований снежного покрова, численной интерпретации экспериментальных данных: методическое пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2013. 82 с.

2. Шуваева О. В. Капиллярный электрофорез как перспективный метод вещественного анализа образцов природного происхождения: Метод. пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2012. 85 с.

3. Бейзель Н.Ф. Атомно-абсорбционная спектрометрия: Учебное пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2008. 72 с.

4. Шуваева О. В., Бейзель Н.Ф. Аналитическая химия объектов окружающей среды. Часть I. Определение микроэлементов в природных средах: Учебно-методическое пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2005. 91 с.

5. Василенко В. Н., Назаров И. М., Фридман Ш. Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985.

6. Прокачева В. Г., Усачев В. Ф. Снежный покров в сфере влияния города. Л.: Гидрометеиздат, 1989.

7. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52. 04. 186–98. М.: 1981.

8. Химия окружающей среды: Пер. с англ. / Под ред. А. П. Цыганкова М.: Химия, 1982.

9. Носков А. С., Савинкина М. А., Анищенко Л. Я. Воздействие ТЭС на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба. Новосибирск: ГПНТБ СО АН СССР, 1990.

10. Клименко С. Н. и др. Экология и автомобильные дороги // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. М.: ВИНТИ. 1998. Вып. 6.

11. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1975.
12. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982.
13. Климат Новосибирска. Под ред. С. Д. Кошинского и др. Л.: Гидрометеиздат, 1979.
14. Внуков А. К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов: Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1992.
15. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. Ленинград, Химия, 1983.
16. Фетт В. Атмосферная пыль. М.: Изд-во иностр. лит. 1961.
17. Новиков Ю. В., Ласточкина К. О., Болдина З. Н. Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина, 1990.
18. Мидгли Д., Торренс К. Потенциометрический анализ. М.: Мир, 1980.
19. Фомин Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: Энциклопедический справочник. М.: Проректор, 2000.
20. Сусленникова В. М., Киселева Е. К. Руководство по приготовлению титрованных растворов. Л.: Химия, 1968.
21. Окружающая среда и экологическая обстановка в Новосибирском научном центре СО РАН. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 1995.
22. Вода питьевая. Методы анализа. Государственные стандарты Союза ССР. М., 1976.
23. Добош Д. Электрохимические константы: Справочник. М.: Мир, 1980.
24. Алексеев Р. И., Коровин Ю. И. Руководство по вычислению и обработке результатов количественного анализа. М.: Атомиздат. 1972.
25. Шуваева О. В. Современное состояние и проблемы элементного анализа вод различной природы. Аналитический обзор. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 1996.
26. Цитович И. К. Курс аналитической химии. М: Высшая школа, 1994.
27. Коковкин В. В., Рапута В. Ф., Шуваева О. В. Пространственная динамика аэрозольных выбросов угольной котельной // Химия в интересах устойчивого развития. 1999. Т. 7. С.

477–483.

28. Королева Г. П., Горшков А. Г., Виноградова Т. П. и др. Исследование загрязнения снегового покрова как депонирующей среды (Южное Прибайкалье) // Химия в интересах устойчивого развития. 1998. Т.6. С. 327–337.

29. Крылова А. И., Рапута В. Ф., Суторихин И. А. Планирование и анализ подфакельных наблюдений концентрации примеси в атмосфере // Метеорология и гидрология. 1993. № 5. С. 5–13.

30. Рапута В.Ф., Коковкин В.В. Методы интерпретации данных мониторинга загрязнения снежного покрова // Химия в интересах устойчивого развития. – 2002. – Т. 10. – С. 669 – 682.

31. Рапута В. Ф., Коковкин В. В., Шуваева О. В., Садовский А. П., Олькин С. Е., Морозов С. В. Контроль аэрозольных выбросов в окрестности автотрасс // Химия в интересах устойчивого развития. 2002. Т. 10. С. 683–689.

32. Рапута В. Ф., Шуваева О. В., Коковкин В. В., Шурухин С. Г., Воробьёва О. А. Анализ аэрозольного загрязнения в районе Новосибирского оловокомбината // Химия в интересах устойчивого развития. 2002. Т. 10. С. 691–697.

33. Рапута В. Ф., Коковкин В. В. Методология оптимального пробоотбора, схемы химического анализа и модели распространения аэрозольных примесей в мониторинге антропогенных источников // География и природные ресурсы. 2004. Спецвыпуск. С. 162-169.

34. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1979.

35. Павлов В. Е., Морозов С. В., Рапута В. Ф., Коковкин В. В., Хвостов И. В. Закономерности аэрозольных выпадений полиароматических углеводородов в сфере влияния г. Барнаула // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. Т. 19. С. 287–294.

36. Рапута В. Ф., Коковкин В. В., Морозов С. В. Экспериментальные исследования и численный анализ процессов загрязнения снегового покрова в окрестностях крупной автомагистрали г. Новосибирска // Химия в интересах устойчивого развития. 2010. Т. 18. С. 63–70.

37. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. М.: Мир, 1979, т.2.

38. Основы аналитической химии: в / Под ред. Ю. А. Золотова. М.: Высш. шк., 2004, кн. 2.

## **СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКУМА ПО КУРСУ "МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ"**

Знакомство с методами определения многоэлементного состава объектов окружающей среды: атомно-эмиссионная спектрометрия, атомно-абсорбционная спектрометрия, хромато-масс-спектрометрия, капиллярный электрофорез, кондуктометрия, потенциометрия с ионселективными электродами.

Полевые исследования. Выезд на место отбора проб в окрестности предварительно выбранных источников. Выбор маршрутов с учетом розы ветров, системы дорог и орографии местности. Отбор проб снега. Доставка в лабораторию и размещение для последующего их анализа.

Подготовка проб снега к анализу на содержание неорганических компонентов: топление проб, фильтрование, разделение на осадок и фильтрат. Минерализация осадков с применением микроволнового излучения. Анализ растворов, полученных после разложения осадков, и фильтратов методами атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (элементный состав); капиллярного электрофореза и атомной абсорбции (макрокомпонентный состав), определение рН и электропроводности (минерализации).

Пробоподготовка снежных проб при определении органических компонентов на примере полиароматических углеводородов (ПАУ). Топление проб при комнатной температуре, введение в пробу суррогатного стандарта, экстракция ПАУ из всего объема нефильтрованной пробы в гексан. Упаривание гексана, растворение сухого остатка в ацетоне. Анализ растворов методом хромато-масс-спектрометрии.

Обработка результатов. Применение методов численного анализа данных наблюдений. Реконструкция полей аэрозольных выпадений загрязняющих примесей в окрестностях точечных, линейных и площадных источников.

Написание курсовой работы.

### **Примерные темы курсовых работ**

1. Пространственная динамика химического состава снежного покрова в зоне действия угольной котельной.
2. Пространственная динамика химического состава

снежного покрова в зоне действия ТЭЦ.

3. Определение содержания микроэлементов снежного покрова в окрестностях автотрассы.

4. Пространственная динамика макроэлементов химического состава снежного покрова в окрестностях автотрассы.

5. Полиароматические углеводороды в снежном покрове на стационарных постах Гидрометслужбы.

Работа в практикуме выполняется студентами индивидуально или в группе из 2-4 человек, при этом студентам предоставляется право выбора темы и возможность варьирования объектов, что позволяет стимулировать их творческую активность. Продолжительность практикума составляет 5 недель.

После выполнения полевых работ и лабораторных исследований студенты пишут курсовые работы на выбранную тему. Письменная работа включает разделы: введение, обзор литературы, экспериментальную часть, результаты и их обсуждение, выводы, библиографический список. В разделе «введение» обосновывается актуальность исследований, ставится цель и задачи работы. В литературном обзоре рассматриваются вопросы, связанные с особенностями исследуемых объектов окружающей среды; типах техногенных источников и составе их выбросов; обосновывается выбор методов определения элементного (вещественного) состава природных образцов, приводятся сведения о моделях длительного загрязнения местности и возможности их использования для описания пространственной динамики. В разделе «экспериментальная часть» приводятся данные о проведении полевых исследований, в т.ч. схемах и методике отбора проб, об используемых материалах и аппаратуре, процедуре пробоподготовки и методике анализа, используемой модели интерпретации данных мониторинга. В разделе «результаты и обсуждение» приводятся полученные экспериментальные данные, проводится их интерпретация. Раздел «выводы» формулирует кратко полученные основные результаты исследования. Библиографический список приводится согласно ГОСТ.

На материалах курсовой работы готовится презентация в редакторе Microsoft Office PowerPoint, рассчитанная на выступление в течение 7-10 мин. (10-15 слайдов).

## Примеры вопросов для подготовки к коллоквиуму

### Расчетные задания

#### Задача 1.

При проведении анализа макрокомпонентного состава снеготалых вод были получены следующие результаты:

Ca*	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	pH	κ**
5.89	0.92	0.90	0.46	0.34	4.09	1.95	0.87	15.1	6.7	6.03

\* Результаты анализа приведены в мг/л.

\*\* Результаты анализа при 18 °С приведены в мСм/м.

Определить тип вод. Оценить правильность анализа. Дать объяснение полученным результатам.

#### Задача 2.

При проведении анализа макрокомпонентного состава снеготалых вод были получены следующие результаты:

Ca*	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	pH
5.07	0.49	1.44	0.32	0.32	-	3.30	12.6	22.6	3.97

\* Результаты анализа приведены в мг/л.

\*\* Результаты анализа при 18 °С приведены в мСм/м.

Определить тип вод. Оценить правильность анализа. Дать объяснение полученным результатам.

#### Задача 3.

Рассчитать долевое распределение форм компонентов карбонатной системы в природной воде при а) pH=6,5 и б) pH=8,7, если общее содержание неорганического углерода составило 0,5 мМ. Ионная сила раствора равна  $1 \cdot 10^{-3}$  М.

#### Задача 4.

Рассчитать долевое распределение форм компонентов карбонатной системы образца природной воды при pH=7,0, если карбонатная щелочность равна 0,5 мМ. Ионная сила раствора равна  $2 \cdot 10^{-3}$  М.

#### Задача 5.

Жесткость природной воды составила 0,400 мМ. Каковы должны быть взяты объемы проб для анализа, чтобы при титровании раствором  $1,00 \cdot 10^{-2}$  М обеспечить точность результата не ниже 5%

(отн.)?

Задача 6.

Для приготовления стандартного (градуировочного) раствора бифталата калия из реактива квалификации х.ч. концентрации  $1,000 \cdot 10^{-2}$  М в лаборатории были использованы весы, обеспечивающие точность на уровне 0,5 мг. Какова должна быть минимальная навеска реактива, чтобы относительная погрешность значения концентрации не превышала 0,5% (отн.)?

Общие вопросы аналитической химии объектов окружающей среды:

1. Особенности природных сред как объектов анализа.
2. Пробоотбор, общие требования, способы проведения. Консервация и хранение. Пробоподготовка.
3. Основные метрологические характеристики методов анализа. Нормальное и логнормальное распределение результатов. Погрешность анализа. Образцы сравнения и стандартные образцы состава.
4. Межлабораторный эксперимент. Его роль в обеспечении качества химического анализа вод.
5. Общая характеристика элементного состава природных сред. Кларки элементов. Способы выражения концентраций.

Определение макрокомпонентов

1. Макрокомпоненты поверхностных вод. Порядок определения в пробе.
2. Классификация вод по макрокомпонентному составу и минерализации.
3. Потенциометрические методы в анализе вод. Принцип метода. Определение рН.
4. Кондуктометрические методы анализа. Принцип метода. Определение минерализации.
5. Методика определения карбонатной щелочности.
6. Принцип метода капиллярного электрофореза.
7. Прямое и косвенное детектирование ионов в капиллярном электрофорезе.
8. Параметры, варьируемые при оптимизации процесса разделения ионов в капиллярном электрофорезе.

9. Форма пика в капиллярном электрофорезе.

10. Идентификация и количественный анализ методом капиллярного электрофореза.

### Микроэлементный анализ

1. Инструментальные методы определения микроэлементного состава объектов окружающей среды. Схема аналитической процедуры.

2. Предел обнаружения элемента. Связь погрешности анализа и концентрации элемента. Методы концентрирования микроэлементов в анализе вод.

### Атомно-спектральные методы анализа

1. Сущность атомно-абсорбционного анализа и сравнение атомно-абсорбционного и атомно-эмиссионного методов спектрального анализа.

2. Основные узлы атомно-абсорбционного спектрофотометра и их назначение.

3. Процессы, происходящие в пламенных атомизаторах, типы и механизмы матричных влияний.

4. Выбор оптимальных условий анализа в электротермическом атомно-абсорбционном анализе.

5. Факторы, влияющие на пределы обнаружения в пламенном и электротермическом атомно-абсорбционном анализе.

6. Способы подавления и устранения влияний в атомно-абсорбционном анализе

7. Атомные эмиссионные спектры. Потенциалы возбуждения и ионизации. Их связь с периодической системой элементов. Правило отбора. Резонансные линии, «последние» линии.

8. Интенсивность атомных и ионных линий спектра. Влияние легкоионизируемого компонента.

9. Связь интенсивности спектральных линий элементов с их концентрацией. Формула Ломакина-Шайбе. Самопоглощение. Сплошной фон.

10. Схема спектрального анализа. Источники возбуждения спектров в атомно-эмиссионном анализе.

## Билеты коллоквиума

### Билет № 1

1. Методы оценки правильности результатов анализа. Их особенности при определении состава природных объектов.
2. Для приготовления градуировочного раствора хлорида калия из реактива квалификации ч. концентрации  $1,00 \cdot 10^{-1}$  М в лаборатории были использованы технические весы, обеспечивающие точность на уровне 1 мг. Каковы должны быть минимальная навеска реактива и объем раствора, чтобы относительная погрешность значения концентрации не превышала 1 % (отн.)?

### Билет № 2

1. Принципиальные отличия методик количественного химического анализа от методик измерения физических величин.
2. Жесткость природной воды составила 20 мМ. Какие объемы проб должны быть взяты для анализа, чтобы при титровании раствором 0,100 М обеспечить точность результата не ниже 2% (отн.)?

### Билет № 3

1. Мониторинг: цели, задачи и виды, основные этапы и стадии.
2. При проведении анализа макрокомпонентного состава снеготалых вод были получены следующие результаты:

Ca*	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	pH
6.76	2.40	9.24	0.55	0.48	8.82	22.2	0.99	18.4	7.8

\* Результаты анализа приведены в мг/л.

\*\* Результаты анализа при 18 °С приведены в мСм/м.

Определить тип вод. Оценить правильность анализа. Дать объяснение полученным результатам.

### Билет № 4

1. Отбор проб воды. Цели, задачи. Представительная проба. Разовая проба. Смешанная проба.
2. При проведении анализа макрокомпонентного состава снеготалых вод были получены следующие результаты:

Ca*	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	pH	κ**
4.40	0.44	0.92	0.35	<0.01	3.86	1.91	0.99	9.85	7.0	5.01

\* Результаты анализа приведены в мг/л.

\*\* Результаты анализа при 18 °С приведены в мСм/м.

Определить тип вод. Оценить правильность анализа. Дать объяснение полученным результатам.

#### Билет № 5

1. Химический состав пресных вод и почв. Химико-экологические проблемы Западно-Сибирского региона.
2. Рассчитать долевое распределение форм компонентов системы шавелевой кислоты в водном растворе при  $\text{pH}=5,0$ , если общее содержание всех ее форм составило  $0,2 \text{ мМ}$ . Ионная сила раствора равна  $1 \cdot 10^{-3} \text{ М}$ .

#### Билет № 6

1. Основные виды классификации вод. Характеризация состава вод. Расчетные параметры, аналитически определяемые параметры. Нормируемые параметры.
2. Для приготовления градуировочного раствора хлорида натрия из реактива квалификации ч. концентрации  $0,0500 \text{ М}$  в лаборатории были использованы технические весы обеспечивающие точность на уровне  $0,5 \text{ мг}$ . Каковы должны быть минимальная навеска реактива и объем раствора, чтобы относительная погрешность значения концентрации не превышала  $1 \%$  (отн.)?

#### Билет № 7

1. Схемы анализа воды с учетом определения органических и неорганических компонентов. Правильность многокомпонентного анализа.
2. Рассчитать долевое распределение форм компонентов системы малеиновой кислоты в водном растворе при  $\text{pH}=4,0$ , если общее содержание всех ее форм составило  $0,5 \text{ мМ}$ . Ионная сила раствора равна  $2 \cdot 10^{-3} \text{ М}$ .

#### Билет № 8

1. Ионная хроматография. Физ.-хим. основы метода и применение в анализе объектов окружающей среды.
2. При проведении анализа макрокомпонентного состава снеготалых вод были получены следующие результаты:

Ca*	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	pH
1.79	0.17	0.71	0.19	0.27	-	1.10	10.2	2.11	4.55

\* Результаты анализа приведены в мг/л.

\*\* Результаты анализа при 18 °С приведены в мСм/м.

Определить тип вод. Оценить правильность анализа. Дать объяснение полученным результатам.

#### Билет № 9

1. Основные методы определения макро- и микрокомпонентов вод и почв.
2. Содержание хлоридов в природной воде составило 1,0 мМ. Каковы должны быть взяты объемы проб для анализа, чтобы при титровании раствором 0,010 М нитратом ртути (II) обеспечить точность результата не ниже 2% (отн.)?

#### Билет № 10

1. Основные равновесия в подсистемах водных растворов. Карбонатная подсистема.
2. Для приготовления стандартного (градуировочного) раствора нитрата натрия из реактива квалификации х.ч. концентрации 0,05 М в лаборатории были использованы технические весы, обеспечивающие точность на уровне 5 мг. Каковы должны быть минимальная навеска реактива и объем раствора, чтобы относительная погрешность значения концентрации не превышала 5 % (отн.)?

#### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература, имеющаяся в библиотеке НГУ:

1. Коковкин В. В., Шуваева О. В., Морозов С. В., Рапуга В. Ф. Руководство по методам полевых и лабораторных исследований снежного покрова, численной интерпретации экспериментальных данных: методическое пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2013. 82 с.
2. Шуваева О. В. Капиллярный электрофорез как перспективный метод вещественного анализа образцов природного происхождения: Метод. пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2012. 85 с.
3. Бейзель Н.Ф. Атомно-абсорбционная спектрометрия: Учебное

пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2008. 72 с.

4. Шуваева О. В., Бейзель Н.Ф. Аналитическая химия объектов окружающей среды. Часть I. Определение микроэлементов в природных средах: Учебно-методическое пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2005. 91 с.

б) дополнительная литература

1. Аналитическая химия: проблемы и подходы: В 2 т. Пер. с англ. Под ред. Ю. А. Золотова. М.: Мир, АСТ, 2004.

2. Основы аналитической химии: В 2 т. / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. М.: Высш. шк., 1987. Дрофа, 1999; 2000; 2002; 2004.

3. Основы аналитической химии / Л. Г. Лавренова, И. В. Миронов, Т. Д. Федотова и др. Новосибирск: НГУ, 2005.

4. Отто М. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера, 2004. Т. 2. 281 с.

5. Васильев В. П. Аналитическая химия: В 2 т. М.: Дрофа, 2000; 2002; 2004; 2005..

б) Интернет-ресурсы:

1. Коковкин В. В., Шуваева О. В., Морозов С. В., Рапуга В. Ф. Руководство по методам полевых и лабораторных исследований снежного покрова, численной интерпретации экспериментальных данных: методическое пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2013: <http://fen.nsu.ru/fen.phtml?topic=meth>

2. Шуваева О.В. Презентация к курсу лекций «Охрана окружающей среды»: <http://www.nsu.ru/xmlui/handle/nsu/748>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### • Приборы:

газовые хроматографы: Agilent (1 ед.), атомно-абсорбционный спектрофотометр МГА-915 (1 ед.); система капиллярного электрофореза Agilent (1 ед.), атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой iCAP 6000 (1 ед.); рН-метр SJ-2FK (1 ед.), кондуктометр S30-K Mettler Toledo (1 ед.), весы аналитические OHAUSE, весы лабораторные технические OHAUSE, микроволновая печь Mars-5 (CEM corp., USA).

- Персональные компьютеры с необходимым ПО (3), мультимедийный проектор, ноутбук, экран.

- **Лабораторная техника:**

Плитки нагревательные с терморегуляторами, шкафы сушильные, магнитные мешалки. Кроме того, имеется ассортимент лабораторной посуды для проведения современного мокрого количественного анализа вещества.

Лаборатория оснащена необходимой специализированной мебелью, включая вытяжные шкафы из расчета не более двух студентов на один, лабораторные химические столы, аквадистилляторы ДЭ-4, бидистиллятор GFL 21-02, баллонами со сжатыми газами (азот, аргон и т.д.) и т.п.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с ОС ВПО, принятым в ФГАОУ ВО Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, с учетом рекомендаций ООП ВПО по направлению «020100 ХИМИЯ».

Авторы: Коковкин Василий Васильевич, к.х.н., доцент кафедры аналитической химии ФЕН, с.н.с. ИНХ СО РАН

Шуваева Ольга Васильевна, д.х.н., зав. кафедрой химии окружающей среды ФЕН, в.н.с. ИНХ СО РАН

Бейзель Нина Федоровна, старший преподаватель кафедры аналитической химии ФЕН, с.н.с. ИНХ СО РАН

Морозов Сергей Владимирович, к.х.н., ассистент кафедры аналитической химии ФЕН, зав. лаб. НИОХ СО РАН

Рапута Владимир Федотович, д.ф.-м.н., в.н.с. ИВМиМГ СО РАН

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической химии 28 августа 2014 г.

Секретарь кафедры, ст. преподаватель  Н.Ф. Бейзель