

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Аналитическая химия Б2.ДВ.5

Направление подготовки: 020700.62 - Геология

Профиль подготовки: Геология и геохимия горючих ископаемых

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Медянцева Э.П.

**Рецензент(ы):**

Шайдарова Л.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Евтюгин Г. А.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 201\_\_ г

Регистрационный № 34314

Казань

2014

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Медянцева Э.П.  
Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова ,  
Elvina.Medyantseva@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Аналитическая химия" являются: формирование у студентов понятий о теоретических основах этой научной дисциплины, ее особенностях, практической значимости, связи с другими науками и, в частности, геологии. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления об аналитических возможностях основных типов химических реакций, используемых в аналитической практике. Обучающиеся должны получить представление о важнейших методах анализа и навыки работы в области химических методов анализа, иметь знания о пробоподготовке образцов, об аналитических и метрологических характеристиках химических и отдельных физических методов анализа.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.ДВ.5 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 020700.62 Геология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина "Аналитическая химия" относится к вариативной части раздела Б2 профессионального цикла профиля "Геология и геохимия горючих ископаемых" и является логическим продолжением дальнейшего изучения студентами теоретических основ химических наук. Дисциплина дает студенту представление об общих положениях аналитической химии, "классических" и физических методах анализа. Дисциплина "Аналитическая химия" на более высоком уровне, с привлечением знаний, полученных в процессе изучения дисциплин "Неорганическая химия", "Общая химия" позволяет рассмотреть общие закономерности, составляющие основу современных методов аналитической химии, на которых базируются новые способы определения широкого круга веществ.

Для успешного освоения дисциплины "Аналитическая химия" студенты должны иметь представление об основных типах реакций, используемых в химии, полученные в ходе изучения курса "Неорганическая химия" и школьного курса химии, должны знать основные законы физики и владеть основными приемами математических расчетов.

Полученные при освоении дисциплины знания облегчают освоение таких профессиональных дисциплин как "Общая геология", "Геохимия", "Экологическая геология", "Гидрогеология", а также специальных дисциплин, например "Химия нефти" и других курсов профиля "Геология и геохимия горючих ископаемых"

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способен использовать методы и средства для укрепления здоровья и обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способен осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способен эксплуатировать и сопровождать информационные системы и сервисы

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- теоретические основы аналитической химии и, в частности, химических и отдельных физических методов анализа, общие закономерности протекания химических реакций, используемых в аналитической химии;
- основы методов обнаружения и количественного определения веществ.

2. должен уметь:

- применять на практике теоретические знания, связанные с применением титриметрических методов анализа;
- ориентироваться в аналитических возможностях основных аналитических методов количественного анализа и идентификации веществ;

3. должен владеть:

- основными расчетами по количественному определению компонентов, входящих в анализируемый объект,
- практическими навыками работы с аналитической посудой, проводить простейшие аналитические операции, связанные с титриметрическими методами анализа;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студент должен демонстрировать способность к типовым расчетам по аналитической химии, готовность работать с аналитической посудой.

**4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

**4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**  
**Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема 1: Введение в общий курс дисциплины "Аналитическая химия" (АХ).Роль аналитических методов в различных областях народного хозяйства, в том числе и при геологических работах.	4	1-2	4	0	6	письменная работа
2.	Тема 2. Тема 2: Основные понятия количественного анализа.	4	3-5	4	0	6	контрольная точка
3.	Тема 3. Тема 3: Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури.	4	6-7	2	0	6	домашнее задание
4.	Тема 4. Тема 4: Реакции комплексообразования и их использование в титриметрии.	4	8-10	2	0	4	письменная работа
5.	Тема 5. Тема 5: Особенности окислительно-восстановительных реакций в аналитическом плане.	4	11-13	2	0	6	контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	зачет
	Итого			14	0	28	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Тема 1: Введение в общий курс дисциплины "Аналитическая химия" (АХ).Роль аналитических методов в различных областях народного хозяйства, в том числе и при геологических работах.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Тема 1. Методы разделения и обнаружения веществ. Основные аналитические характеристики методов (качественный анализ и его роль в развитии естествознания). Аналитические характеристики реакций. Классификации ионов. Систематический и дробный анализ. Объекты анализа (воды, почвы, руды, воздух).

##### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Кислотно-основная классификация ионов. Изучение действия групповых реагентов на модельных растворах. Проведение характерных реакций на важнейшие катионы и анионы.

#### **Тема 2. Тема 2: Основные понятия количественного анализа.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

**Тема 2. Классификация методов анализа. Основные этапы анализа. Метод и методика. Основные аналитические характеристики методов количественного анализа. Понятие об эквиваленте в разных типах химических реакций, Фактор эквивалентности. Правило эквивалентов. Стандартные растворы: первичные и вторичные. Стандартные вещества. Основные расчеты концентраций в растворах. Основные понятия о погрешностях анализа: систематические и случайные погрешности.**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Проведение качественного анализа образцов грунтовых или природных вод. Выявление наличия групп катионов и анионов, проведение конкретных характерных реакций.

**Тема 3. Тема 3: Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Тема 3. Отличительные особенности и положения теории Бренстеда и Лоури. Кислоты и основания по Бренстеду. Константы кислотности и основности. Роль растворителей и их кислотно-основные свойства. Расчеты pH растворов сильных и слабых кислот и оснований. Буферные растворы и их свойства. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования. Хромофорно-ионная теория индикаторов. Выбор индикатора. Индикаторные погрешности. Особенности титрования сильных и слабых кислот и оснований.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Кислотно-основное титрование. Установление точной концентрации титрантов - растворов кислот и оснований. Проведение кислотно-основного титрования: определение карбонат- и гидрокарбонат ионов. Выявление погрешностей: оценка случайной погрешности определения.

**Тема 4. Тема 4: Реакции комплексообразования и их использование в титриметрии.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Тема 4. Равновесия в растворах комплексных соединений: ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости комплексных соединений. Условные константы устойчивости. Комплексонометрическое титрование. Комплексоны, как титранты. Комплексон Ш ? натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты и особенности его взаимодействия с ионами металлов (гексадентатный лиганд). Сущность комплексонометрического титрования. Металлохромные индикаторы. Соотношение между устойчивостью комплексонатов и комплексов с металлохромными индикаторами.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение жесткости природных и грунтовых вод. Вычисление содержания ионов кальция, магния и сульфат-ионов. Оценка случайной погрешности определения перечисленных ионов.

**Тема 5. Тема 5: Особенности окислительно-восстановительных реакций в аналитическом плане.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Тема 5. Управление направлением окислительно-восстановительных реакций, роль константы равновесия. Автокатализитические реакции. Окислительно-восстановительное титрование. Применение окислительно-восстановительных реакций в титриметрии. Особенности построения кривых титрования. Индикаторы в окислительно-восстановительном титровании. Важнейшие методы, основанные на реакциях окисления-восстановления: перманганатометрия, иодометрия.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Определение окисляемости воды, используя раствор дихромата калия и перманганата калия. Оформление результатов работы.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Тема 1: Введение в общий курс дисциплины "Аналитическая химия" (АХ). Роль аналитических методов в различных областях народного хозяйства, в том числе и при геологических работах.	4	1-2	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
2.	Тема 2. Тема 2: Основные понятия количественного анализа.	4	3-5	подготовка к контрольной точке	6	контрольная точка
3.	Тема 3. Тема 3: Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури.	4	6-7	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
4.	Тема 4. Тема 4: Реакции комплексообразования и их использование в титриметрии.	4	8-10	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
5.	Тема 5. Тема 5: Особенности окислительно-восстановительных реакций в аналитическом плане.	4	11-13	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
Итого					30	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций, проведение семинаров, лабораторных работ, контрольных работ, самостоятельная работа студентов по темам и разделам дисциплины. Будут проводиться также разбор разнообразных конкретных аналитических ситуаций и условий проведения аналитических определений.

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

**Тема 1. Тема 1: Введение в общий курс дисциплины "Аналитическая химия" (АХ). Роль аналитических методов в различных областях народного хозяйства, в том числе и при геологических работах.**

письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы, связанные с разработкой алгоритма проведения качественного анализа ионов с помощью групповых реагентов (по выбору преподавателя).

**Тема 2. Тема 2: Основные понятия количественного анализа.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Вопросы о погрешностях приготовления растворов, расчетах концентраций, выборе аналитических реагентов при определениях различными методами количественного анализа.

**Тема 3. Тема 3: Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Решение задач на вычисление погрешности определений при анализе руд, концентратов и других полезных ископаемых (по выбору преподавателя).

**Тема 4. Тема 4: Реакции комплексообразования и их использование в титриметрии.**

письменная работа , примерные вопросы:

Вопросы, связанные с селективным количественным определением ионов металлов комплексонометрическим титрованием (по выбору преподавателя).

**Тема 5. Тема 5: Особенности окислительно-восстановительных реакций в аналитическом плане.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Вопросы для письменной работы: 1. Предложите наиболее рациональную схему определения смеси ионов: свинца, алюминия, кадмия, ртути, ртути, марганца, железа, меди, свинца, хрома, висмута, кадмия,

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы для письменной работы:

1. Предложите наиболее рациональную схему определения смеси ионов:

свинца, алюминия, кадмия, ртути,

ртути, марганца, железа, меди,

свинца, хрома, висмута, кадмия,

магния, кальция, алюминия, кобальта.

2. Особенности селективного комплексонометрического определения ионов меди, железа, никеля, кадмия, кальция, магния, марганца, хрома.

Вопросы для контрольных точек:

1. Какие погрешности возникают при приготовлении растворов с точно известной концентрацией?

2. Что такое первичный и вторичный стандартный растворы, чем они отличаются друг от друга?

3. Какие систематические погрешности возникают при приготовлении растворов?

4. Как выявить промахи в выборке аналитических определений?

5. Как с помощью реакций осаждения, комплексообразования или изменения pH среды изменить направление окислительно-востановительных реакций?

6. Какие особенности автокатализических реакций можно использовать на практике?

Домашнее задание:

Вычислить погрешность определения марганца в руде, если при титриметрическом определении были получены следующие содержания марганца (в%):

0.69, 0.68, 0.70, 0.67, 0.67, 0.69, 0.66, 0.68, 0.67, 0.68.

Вопросы для зачета и контрольной работы:

1. Что такое фоновый сигнал, как он связан с основным аналитическим сигналом?

2.Какие недостатки теории электролитической диссоциации Аррениуса явились толчком для развития других кислотно-основных теорий?

3. Чему равен фактор эквивалентности фосфорной кислоты в реакции:

$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ? (расставьте коэффициенты).

4. Чему равен фактор эквивалентности мышьяка в следующей реакции:

$\text{AsO}_4^{3-} + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{AsO}_3^{3-} + \text{I}_2$

(напишите полное уравнение окислительно-восстановительной реакции).

5. Вычислить pH 0,5 M раствора хлористоводородной кислоты.

6. Вычислить концентрацию ионов водорода в 0,01 M растворе уксусной кислоты.

$K(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

7. Вычислить концентрацию раствора перманганат-иона, если на титрование 10 мл раствора затратили 11,2 мл раствора щавелевой кислоты с концентрацией 0,2118 н.

8. Какие виды титрования Вы знаете?

9. В какой области изменения концентрации ионов металлов ( $pM$ ) меняют свою окраску металлохромные индикаторы и почему?

10. Какие факторы влияют на величину скачка pH на кривых кислотно-основного титрования?

## 7.1. Основная литература:

Основная литература

Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. Пос. / А.И. Жебентяев, А.К.

Жерносек, И.Е. Талуть. - 2 изд., стер. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. Знание, 2011. - 542 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (п) ISBN 978-5-16-004685-3, 800 экз. URL:

<http://znanium.com/bookread.php?Book=255394>

Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. Знание, 2013. - 206 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-006615-8, 1000 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?Book=399829>

Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : Практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. - М. : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2013. - 200 с. - ISBN 978-5-394-01301-0. URL: <http://znanium.com/bookread.php?Book=430507>

## 7.2. Дополнительная литература:

Дополнительная литература

Химия нефти и газа: учебное пособие / В.Д. Рябов. - М.: ИД ФОРУМ, 2012. - 336 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0390-2, 800 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?Book=328497>

Химия горючих ископаемых: Учебник / В.С. Мерчева, А.О. Серебряков, О.И. Серебряков, Е.В. Соболева. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с.: ил.; 60x90 1/16 + (Доп. Мат. Znanius.com). - (Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-98281-394-7, 300 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?Book=458383>

Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Практикум: Учебное пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. Знание, 2013. - 429 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-009043-6, 500 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?Book=419619>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека - <http://www.knigafund.ru>

Образовательные ресурсы по аналитической химии - [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rubr=2.2.74.7.1&p\\_frubr=1.4&p\\_mode=1](http://window.edu.ru/window/library?p_rubr=2.2.74.7.1&p_frubr=1.4&p_mode=1)

Поисковая система - <http://www.google.ru>

Поисковая система - <http://www.yandex.ru>

Учебник "Основы аналитической химии". Т.1 -

<http://chemistrychemists.com/forum/viewtopic.php?f=39&t=18&p=25795#p25795>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Аналитическая химия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

мультимедийный проектор, плакаты, компьютерный класс с выходом в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020700.62 "Геология" и профилю подготовки Геология и геохимия горючих ископаемых .

Автор(ы):

Медянцева Э.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.

Рецензент(ы):

Шайдарова Л.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.