



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМК

проф. М. Б. Носырев

2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.5.1 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**  
**КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

(указывается шифр и наименование дисциплины по учебному плану)

**Направление** (специальность) подготовки \_\_\_\_\_

**20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Профиль** (специализация) подготовки \_\_\_\_\_

**ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Квалификация** (степень) выпускника \_\_\_\_\_ **бакалавр**

(бакалавр, магистр)

**Форма обучения** \_\_\_\_\_ **очная**

(очная, заочная)

**Факультет(ы)** \_\_\_\_\_ **инженерно-экономический**

Выпускающая(ие) кафедра(ы) \_\_\_\_\_ **инженерной экологии**

Кафедра-разработчик программы \_\_\_\_\_ **инженерной экологии**

Семестр	Трудоёмкость дисциплины					Контрольные, расчетно-графич. работы, рефераты и т.п.	Курсовые работы, проекты	Форма отчетности (экзамен / зачет)
	зач. ед.	часы						
		общая	лекции	практ., лабор.	самост. работа			
<b>очная форма обучения</b>								
5	4	144	32	32	80	ргр-10	-	экзамен

Екатеринбург, 2017 г.

# Аннотация рабочей программы

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Рабочая программа включает в себя:

1. Цели и задачи освоения дисциплины.
2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.
4. Структура и содержание дисциплины.
5. Образовательные технологии.
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итогам освоения дисциплины.
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины является обучение студентов основным методами качественного и количественного физико-химического (инструментального) анализа природных и техногенных объектов, а также приобретение практических навыков при выполнении качественного и количественного анализа проб природных и технологических вод, почвы и газовых смесей.

Задачами освоения дисциплины является раскрытие понятийного аппарата фундаментального и прикладного аспекта дисциплины, формированием навыков выбора и оценки применимости методов физико-химического анализа для решения практических задач экологического контроля и мониторинга окружающей среды

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды» относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Содержательно и методически связана с такими дисциплинами как «Физика», «Химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Экологическая экспертиза, ОВОС и сертификация», «Методы и приборы контроля окружающей среды, экологический мониторинг», «Управление охраной окружающей среды».

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые такими дисциплинами как «Физика», «Химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия».

Дисциплина «Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды» является базовой для таких дисциплин как «Экологическая экспертиза, ОВОС и сертификация», «Методы и приборы контроля окружающей среды, экологический мониторинг», «Управление охраной окружающей среды».

Она дает возможность расширения и углубления базовых знаний и навыков для успешной профессиональной деятельности и для продолжения обучения в магистратуре.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды» студент должен приобрести следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, соотнесенные с общими целями ООП ВО:

Индекс по ФГОС ВО	Содержание компетенции
ОК-11	Способность к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов, способность к принятию не-

	стандартных решений и разрешению проблемных ситуаций
ОПК-1	Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПК-14	Способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности
ПК-15	Способность принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные
ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач

В результате освоения дисциплины студент должен:

**1) знать:**

- основные методы физико-химического анализа;
- основные типы приборов, используемых при проведении физико-химического анализа;
- основные методики проведения и обработки результатов физико-химических анализов;
- области применения различных методов физико-химического анализа для экологического анализа природных и техногенных объектов.

**2) уметь:**

- проводить обработку результатов физико-химических анализов;

**3) владеть:**

- навыками практического выполнения основных методов физико-химических анализов при экологическом контроле природных и техногенных объектов;
- навыками выбора методов анализа для решения конкретных задач экологического контроля.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Тематический план для очной формы изучения дисциплины**

№ п/п	номер недели	Раздел / тема дисциплины	Виды учебной работы, часы					СРС	Формы текущего контроля (по неделям семестра)
			лекции	практ., лаборат	контрольные, расчетно-графич. работы, рефераты и т.п.	курсовые работы, курсовые проекты			
		<b>Всего, в т.ч.:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		-	<b>80</b>		
1.	1,2,3	<b>Применение физико-химических методов для анализа природных и техногенных объектов</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>10</b>	Коллоквиум по результатам лабораторных работ и самостоятельных работ	
1.1		Сравнительная характеристика методов химического и физико-химического анализа	1					лабораторных работ и самостоятельных работ	
1.2		Классификация методов физико-химического анализа.	1					самостоятельных работ	
1.3		Метрологические характеристики физико-химических методов анализа	2	6	6		10	работ	
2.	3,4,5	<b>Методы, основанные на анализе спектрального состава и интенсивности испускаемого излучения исследуемым образцом</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>20</b>	Коллоквиум по результатам лабораторных работ и самостоятельных работ	
2.1		Основные закономерности процесса испускания излучения веществом.	1					лабораторных работ и самостоятельных работ	
2.2		Фотометрия пламени (пламенно-эмиссионная спектрометрия)	1				5	работ	
2.3		Эмиссионная спектрометрия	1	4			5		
2.4		Рентгеновская флуоресценция	1				5		
2.5		Радиохимический (активационный) метод анализа	1				5		
3.	5,6,7,8,	<b>Методы, основанные на анализе спектрального состава и интенсивности поглощаемого излучения исследуемым образцом</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>20</b>	Коллоквиум по результатам лабораторных работ и самостоятельных работ	
3.1		Основные закономерности поглощения излучения веществом. Количественные законы поглощения излучения веществом	2					лабораторных работ и самостоятельных работ	
3.2		Образование спектров поглощения веществ в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра	1				10		
3.3		УФ-спектроскопия	1						
3.4		Спектрофотокolorиметрический анализ.	2	8	8		10		
3.5		ИК-спектроскопия.	1						
3.6		Атомно-адсорбционная спектрометрия.	1						
3.7		Нефелометрический и турбидиметрический анализ.	1						
4.	9,10,11	<b>Электрохимические методы анализа.</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>15</b>	Коллоквиум	

4.1	12,13	Измерение электропроводности растворов. Методы прямой кондуктометрии и кондуктометрического титрования.	2	4	4			по результатам лабораторных работ и самостоятельных работ
4.2		Потенциометрический метод анализа. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциометрическое титрование.	2	6	6		5	
4.3		Электровесовой анализ.	1					
4.4		Кулонометрический анализ. Кулонометрия при постоянном потенциале и постоянном токе.	1				5	
4.5		Полярографический метод анализа.	1				5	
5.	13,14,15	<b>Методы анализа, основанные на разделении смеси веществ.</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>10</b>	
5.1		Теоретические основы хроматографического разделения смесей веществ.	1					
5.2		Адсорбционная хроматография. Газовая, жидкостная и газожидкостная хроматография.	2				5	
5.3		Тонкослойная и бумажная хроматография.	1	4	4		5	
5.4		Ионообменная хроматография.	1					
6.	16	<b>Термические методы анализа</b>	<b>2</b>				<b>5</b>	
6.1		Термогравиметрический метод анализа.	1				<b>3</b>	
6.2		Дифференциальный термический анализ	1				<b>2</b>	
	16	Промежуточная аттестация	<b>2</b>					экзамен

### Содержание дисциплины

- 1. Применение физико-химических методов для анализа природных и техногенных объектов.** Сравнительная характеристика методов химического и физико-химического анализа. Классификация методов физико-химического анализа. Метрологические характеристики физико-химических методов анализа
- 2. Методы, основанные на анализе спектрального состава и интенсивности испускаемого излучения исследуемым образцом.** Основные закономерности процесса испускания излучения веществом. Фотометрия пламени (пламенно-эмиссионная спектрометрия). Эмиссионная спектрометрия. Рентгеновская флуоресценция. Радиохимический (активационный) метод анализа.
- 3. Методы, основанные на анализе спектрального состава и интенсивности поглощаемого излучения исследуемым образцом.** Основные закономерности поглощения излучения веществом. Количественные законы поглощения излучения веществом. Образование спектров поглощения веществ в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра. УФ-спектроскопия. Спектрофотолориметрический анализ. ИК-спектроскопия. Атомно-адсорбционная спектроскопия. Нефелометрический и турбодиметрический анализ.
- 4. Электрохимические методы анализа.** Измерение электропроводности растворов. Методы прямой кондуктометрии и кондуктометрического титрования. Потенциометрический метод анализа. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциометрическое титрование. Электровесовой анализ. Кулонометрический анализ. Кулонометрия при постоянном потенциале и постоянном токе. Полярографический метод анализа.
- 5. Методы анализа, основанные на разделении смеси веществ.** Теоретические основы хроматографического разделения смесей веществ. Адсорбционная хроматография. Газовая, жидкостная и газожидкостная хроматография. Тонкослойная и бумажная хроматография. Ионообменная хроматография.
- 6. Термические методы анализа.** Термогравиметрический метод анализа. Дифференциальный термический анализ.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение дисциплины предусматривает занятия лекционного типа с применением мультимедийных презентаций, а также с демонстрацией специальных приборов, их конструкций и деталей; практические занятия с использованием активных и интерактивных форм (работа в малых группах с индивидуальными заданиями).

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

**Формы текущего контроля:** текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме, выполняется 10 лабораторных работ с расчетно-графическими работами с последующим коллоквиумом по каждой тематике лабораторной работы.

Темы лабораторных (расчетно-графических) работ следующие:

1	Статистическая обработка результатов физико-химического анализа.
2	Построение калибровочных графиков с применением методов регрессионного анализа.
3	Определение элементного состава исследуемого образца по данным эмиссионных спектров излучения.
4	Фотоколориметрический анализ. Изучение основных этапов фотоколориметрического анализа
5	Фотоколориметрический анализ. Анализ смеси катионов тяжелых металлов.
6	Фотоколориметрическое титрование
7	Потенциометрия. Определение рН гидратообразования металлов.
8	Потенциометрия. Применение потенциометрического метода для определения точки эквивалентности в объемном анализе.
9	Кондуктометрия. Применение кондуктометрического метода для определения точки эквивалентности в объемном анализе.
10	Качественный анализ смеси катионов методом бумажной хроматографии.

**Критерии оценки выполнения оценочного средства для текущего контроля успеваемости студентов приведены в КОС по данной дисциплине.**

**Форма итогового контроля знаний:** экзамен по билетам с устным опросом.

### Вопросы к экзамену:

1. Физико-химические методы анализа, достоинства и недостатки в сравнении с химическими методами анализа.
2. Основные закономерности испускания излучения веществом. Применение метода спектрального анализа при качественном и количественном анализе.
3. Применение фотометрии пламени (пламенно-эмиссионная спектрометрия) при анализе природных и техногенных объектов.
4. Эмиссионная спектрометрия, ее применение при качественном и количественном анализе.
5. Рентгеновская флуоресценция. Применение рентгеновской флуоресценции при качественном и количественном анализе.
6. Радиохимический (активационный) анализ. Применение радиохимического (активационного) метода для качественного и количественного анализа.
7. Основные закономерности поглощения излучения веществом. Образование спектров поглощения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной частях спектра.
8. Закон Бугера-Ламберта-Бэра. Применение при количественном анализе.
9. Закон аддитивности поглощения излучения веществом. Применение при количественном анализе.
10. Применение спектроскопия в ультрафиолетовой части спектра (УФ-спектроскопия) для качественного и количественного анализа.
11. Спектроскопия в видимой части спектра (фотоколориметрический анализ).
12. Применение фотоколориметрического анализа при количественном определении смеси веществ.
13. Применение спектроскопия в инфракрасной части спектра (ИК-спектроскопия) для качественного и количественного анализа.
14. Атомно-адсорбционный анализ. Область применения данного метода при анализе природных и техногенных объектов.

15. Измерение электропроводности растворов (метод кондуктометрии).
16. Применение кондуктометрического титрования при количественном анализе.
17. Измерение электродных потенциалов (потенциометрический анализ).
18. Индикаторные электроды и электроды сравнения, применяемые при потенциометрическом анализе.
19. Измерение рН растворов. Потенциометрическое титрование.
20. Кулонометрический метод анализа. Применение кулонометрии для анализа природных и техногенных объектов.
21. Полярографический метод анализа (закономерности метода и конструкция полярографа).
22. Применение полярографического метода для качественного и количественного анализе веществ.
23. Хроматографические методы анализа (классификация, основные закономерности разделения смеси веществ).
24. Газовая хроматография.
25. Бумажная и тонкослойная хроматография.

**Критерии оценки выполнения оценочного средства для итогового контроля успеваемости студентов приведены в КОС по данной дисциплине.**

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Основная литература**

1. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Том 1. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 384 с.
2. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. Том 2. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 416 с.
3. Иванова М.А. и др. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. – М.: РИОР, 2013.
4. Пентин Ю.А., Волков Л.В. Физические методы исследования в химии. – М.: Мир, 2012.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Васильев, В. П. Кн. 2: Физико-химические методы анализа. - М.: Дрофа, 2005. - 383 с.
2. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Том 1./под ред. Р.Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г.М. Видмер. – М., «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2004, – 607 с.
3. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Том 2./под ред. Р.Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г.М. Видмер. – М., «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2004, – 726 с.
4. Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. – Минск, БГТУ, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA\\_teksty\\_lekcii.pdf](http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA_teksty_lekcii.pdf).
5. Вихарев А.А., Зуйкова С.А., Чемерис Н.А., Домина Н.Г. Физико-химические методы анализа. Учебное пособие. – Барнаул, Алтайский ГТУ, 2010. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.chem-astu.ru/chair/study/PCMA/>
3. Харитон Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). Книга 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. – М.: «Высшая школа», 2010. – 560 с.

### **7.3. Интернет-ресурсы**

1. <http://biblioclub.ru>. Университетская библиотека ONLINE.
2. <http://www.xumuk.ru> «Сайт о Химии» Раздел «Физико-химический анализ». Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4766.html>.
3. <http://enc-dic.com> «Энциклопедии и словари». Раздел «Физико-химический анализ». Режим доступа: [http://enc-dic.com/enc\\_chemistry/Fiziko-himicheski-analiz-4015.html](http://enc-dic.com/enc_chemistry/Fiziko-himicheski-analiz-4015.html).

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная лаборатория. Приборы для проведения физико-химических методов анализа. Персональные компьютеры. Демонстрационные плакаты и слайды.

Программа дисциплины «Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.01. «Техносферная безопасность» и профилю подготовки «Инженерная защита окружающей среды»

Автор: профессор кафедры ИЭ – Студенок Андрей Геннадьевич

Программа одобрена на заседании кафедры инженерной экологии:  
Протокол № 8 от 11.04.2017 г.

Заведующий кафедрой ИЭ \_\_\_\_\_ проф. А.В. Хохряков

Программа одобрена методической комиссией Института мировой экономики:

Председатель методической комиссии  
института мировой экономики \_\_\_\_\_ проф. Мочалова Л.А.