

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ  
ХИМИИ (КПК АХ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

И.Л. Гоник

2018г.



**ПРОГРАММА**  
повышения квалификации  
«Аналитическая химия»

Всего часов по учебному плану	74
Всего аудиторных занятий	66
Лекции	42
Семинарские занятия	16
Самостоятельная работа	8
Зачет	4

Директор ИП и ПК



В.В. Шеховцов

Директор КПК АХ



Е.А. Зауэр

Разработчик программы:  
к.т.н., доцент каф. ФАХП



Зауэр Е.А.

Одобрена комиссией по ДО НМС ВолгГТУ

Протокол № 10 от « 15 » 01 2018 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Программа повышения квалификации «Аналитическая химия» объемом 74 часов предназначена для обучения специалистов и руководящих работников, имеющих профильное или непрофильное среднее или высшее профессиональное образование, с целью получения ими дополнительных знаний в области контроля химического состава объектов различных отраслей промышленности (химической, нефтеперерабатывающей, пищевой, металлургической).

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате обучения по предлагаемой программе слушатели приобретают современные теоретические и практические знания по таким основным вопросам аналитического контроля, как пробоотбор, пробоподготовка и собственно анализ химического состава и структуры анализируемых объектов.

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ, КАЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КОТОРЫХ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБУЧЕНИЯ

1. Знание современных требований, предъявляемых к системе пробоотбора, пробоподготовки и собственно анализа химического состава и структуры контролируемых объектов.
2. Знание современных методов, способов и средств аналитического контроля.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Таблица 1

Наименование учебных модулей	Часы			Форма контроля
	Лекции	Лабораторные, практические занятия	Самостоятельная работа	
<b>1. Предмет и задачи аналитической химии.</b> Объекты химического анализа. Отбор и подготовка проб. Качественный и количественный анализ. Методы анализа состава и структуры веществ: химические и инструментальные (физико-химические и физические). Классификация химических методов анализа.	1			Зачет
<b>2. Равновесия в гетерогенных системах.</b> Произведение растворимости (ПР) и растворимость. Связь растворимости с ПР. Условие образования осадка. Правило ПР. Механизм образования осадка. Условия образования аморфных и кристаллических осадков. Загрязнение осадков.	1			..

1	2	3	4	5
<b>3. Гравиметрический метод анализа.</b> Сущность и разновидности гравиметрического метода анализа. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Применение органических осадителей в гравиметрии. Преимущества и недостатки гравиметрического метода. Основные примеры гравиметрических определений.	2		1	"-"
<b>4. Основные единицы измерения в аналитической химии</b> (молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титр по определяемому веществу, фактор эквивалентности, массовая доля, мольная доля, поправочный коэффициент). Связь между различными способами выражения концентрации растворов.	1		1	"-"
<b>5. Титриметрический анализ.</b> Сущность титриметрического анализа и основные понятия. Основной закон титриметрии – закон эквивалентов. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии. Методы и способы титрования, расчет результата титрования. Классификация титриметрических методов анализа.	1		1	"-"
<b>6. Равновесия в водных растворах кислот и оснований.</b> Константа автопротолиза воды. Водородный и гидроксильный показатели. Расчет $pH$ и $pOH$ водных растворов сильных и слабых кислот и оснований. Расчет $pH$ и $pOH$ многоосновных кислот и много-протонных оснований.	2			"-"
<b>7. Буферные растворы.</b> Классификация буферных растворов. Основные представители буферных растворов в аналитике. Механизм буферного действия. Уравнение Гендерсона–Хассельбаха. Буферная емкость. Применение буферных растворов.	2			"-"
<b>8. Кислотно-основное титрование.</b> Характеристика метода. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы. Теории кислотно-основных индикаторов. Классификация индикаторов. Интервал перехода окраски и $pT$ кислотно-основного индикатора. Правило выбора индикатора для кислотно-основного титрования. Основные кислотно-основные индикаторы. Применение методик кислотно-основного титрования в промышленности.	2			"-"
<b>9. Комплексонометрия.</b> Строение и виды комплексных соединений. Основные характеристики комплексных соединений. Основные положения координационной теории (теория Вернера). Механизм образования внутрикомплексных соединений. Металлохромные индикаторы и механизм их действия. Методы титрования в комплексонометрии. Достоинства и недостатки комплексонометрии. Применение методик комплексонометрического титрования в промышленности.	2	4		"-"
<b>10. Редоксиметрия.</b> Сущность редоксиметрии. Понятия об электродном потенциале. Факторы, влияющие на величину электродного потенциала. Уравнение Нернста-Петерса. Расчет кривых окислительно-восстановительного титрования. Способы фиксирования т.к.т. Редокс-индикаторы и правила их выбора. Расчет индикаторной ошибки титрования. Применение редоксиметрического титрования в промышленности.	2	4		"-"

1	2	3	4	5
<b>11. Осадительное титрование.</b> Сущность. Методы Мора, Фаянса и Фольгарда и их применение.	1			"-"
<b>12. Статистическая обработка результатов химического анализа.</b>	1	2		"-"
<b>13. Физико-химические методы анализа (ФХМА).</b> Электрохимические методы. Полярография. Уравнение Ильковича. Особенности электродов, применяемых в полярографии. Ртутный капельный электрод. Устройство и работа полярографа. Подготовка и проведение полярографического анализа.	2			"-"
<b>14. Потенциометрия.</b> Уравнение Нернста. Электроды, применяемые в потенциометрии. Методы потенциометрии: прямая и косвенная потенциометрия.	1	2	1	"-"
<b>15. Кулонометрия.</b> Теоретические основы метода. Законы, лежащие в основе метода, его особенности, применение. <u>Электрогравиметрия.</u> Порядок выделения соединений при электролизе.	1			"-"
<b>16. Абсорбционная спектроскопия.</b> Основной закон светопоглощения (Бугера-Ламберта-Бера). Колориметрия. Методы колориметрирования. Фотокolorиметрия. Закон Столетова. Фотоэлементы: с внешним и с внутренним фотоэффектом. Спектрофотометрия. Теоретические основы УФ-спектроскопии. Устройство и работа спектрофотометров. Задачи, решаемые этим методом.	4	4	1	"-"
<b>17. Инфракрасная спектроскопия.</b> Теоретические основы метода. Устройство и работа ИК-спектрометров. Особенности изучения ИК-спектров органических соединений, функциональные возможности метода. <b>Анализ по спектрам рассеяния:</b> Нефело- и турбидиметрия.	2			"-"
<b>18. Методы элементного спектрального анализа.</b> Теоретические основы метода. Атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный и рентгенофлуоресцентный методы спектрального анализа. Механизмы возбуждения спектров. Устройство и работа спектрометров. Основы качественного и количественного анализа. Применение элементных методов спектрального анализа.	4		1	"-"
<b>19. Резонансные методы.</b> Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР), Теоретические основы метода, природа ЯМР. Связь резонансной частоты с напряженностью внешнего магнитного поля. Гиромагнитное отношение. Химический сдвиг, спин-спиновое взаимодействие - природа этих явлений, их интерпретация. Устройство и работа ЯМР-спектрометра. Применение ЯМР-спектроскопии для анализа органических соединений.	2			"-"
<b>20. Масс-спектроскопия.</b> Теоретические основы метода. Понятия: фрагментация, перегруппировка, ион-молекулярное столкновение. Устройство и работа масс-спектрометра. Основные правила фрагментации в зависимости от природы анализируемого вещества.	2			"-"
<b>21. Термические методы анализа.</b> Понятия: термостойкость, теплостойкость. Зависимость термостойкости вещества от условий проведения анализа. Методы термического анализа: ТГА, ДТА. и др.				

Типы нагревательных устройств. Интерпретация результатов термического анализа.	2			-"-
<b>22. Методы разделения.</b> Экстракция – как метод разделения и концентрирования. Способы повышения эффективности экстракции (высаливание, изменение рН-среды, температуры и т.д.). Количественные показатели экстракции: коэффициент распределения, фактор извлечения и т.д. Механизмы экстрагирования. Приемы экстрагирования.	1		1	-"-
<b>23. Хроматография.</b> Классификация хроматографических методов. Адсорбционная хроматография. Теория метода, уравнение Ленгмюра. Адсорбенты, хроматографические колонки. Распределительная хроматография, ее виды: колончатая, бумажная, тонкослойная. Анализ хроматограмм. Ионнообменная хроматография. Механизм ионного обмена. Иониты. Современные ионнообменные хроматографы, Газовая, газо-жидкостная хроматография. Устройство и работа ГЖХ хроматографов, детекторы. Жидкостные хроматографы.	3		1	-"-
Итого:	42	16	8	4
Всего:	74			

## КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

**Таблица 2**

Дидактические единицы	Объем в часах	Сроки реализации (со дня начала занятий)	
		При очной форме обучения*	При очно-заочной форме обучения**
1. Предмет и задачи аналитической химии	1	1-я неделя	1-я неделя
2. Равновесия в гетерогенных системах	1	1-я неделя	1-я неделя
3. Гравиметрический метод анализа	3	1-я неделя	1-я неделя
4. Основные единицы измерения в аналитической химии	2	1-я неделя	1-я неделя
5. Титриметрический анализ	2	1-я неделя	1-я неделя
6. Равновесия в водных растворах кислот и оснований.	2	1-я неделя	2-я неделя
7. Буферные растворы	2	1-я неделя	2-я неделя
8. Кислотно-основное титрование	2	1-я неделя	2-я неделя
9. Комплексонометрия.	6	1-я неделя	2-я неделя
10. Редоксиметрия	6	1-я неделя	недели с 2-ой по 3-ю
11.Осадительное титрование	1	1-я неделя	3-я неделя
12. Статистическая обработка результатов химического анализа	3	1-я неделя	3-я неделя
13. Физико-химические методы анализа (ФХМА). Электрохимические методы	2	1-я неделя	3-я неделя
14. Потенциометрия	3	2-я неделя	3-я неделя
15. Кулонометрия	1	2-я неделя	4-я неделя
16. Абсорбционная спектроскопия	9	2-я неделя	4-я неделя
17. Инфракрасная спектроскопия.	2	2-я неделя	4-я неделя

18. Методы элементного спектрального анализа	5	2-я неделя	5-я неделя
19. Резонансные методы. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР),	2	2-я неделя	5-я неделя
20. Масс-спектроскопия.	2	2-я неделя	5-я неделя
21. Термические методы анализа	2	2-я неделя	5-я неделя
22. Методы разделения	2	2-я неделя	6-я неделя
23. Хроматография	4	2-я неделя	6-я неделя
24. Зачет	4	2-я неделя	6-я неделя
Всего	74	2-недели	6 недель

\*из расчета 40 часов в неделю при очной форме обучения

\*\*из расчета 12 часов в неделю при очно-заочной форме обучения

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Теоретическое и практическое обучение слушателей рекомендуется осуществлять в аудиториях, оснащенных компьютерами с мультимедийным оборудованием, позволяющим демонстрировать методы, методики и приборы для аналитического контроля всей аудитории слушателей.

### ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

По каждому разделу программы осуществляется контроль усвоения материала (см. таблицу СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ). Итоговая аттестация слушателей осуществляется на основе зачета по всем разделам программы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная:

1. Аналитическая химия. В 3 т. [Текст] : учеб. для студ. вузов / под ред. Л. Н. Москвина - М. : Академия, 2008. - 574, [1] с.
2. Аналитическая химия. В 3 т. [Текст] : учебник / под ред. Л. Н. Москвина - М. : Академия, 2008. - 299, [1] с.
3. Конюхов В. Ю. Хроматография [Электронный ресурс] : учебник / В. Ю. Конюхов - СПб. : Лань, 2012. - 224 с.
4. Атомно-абсорбционный анализ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Ганеев, С. Е. Шолупов, А. А. Пупышев, А. А. Большаков, С. Е. Погарев - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 304 с.
5. Смагунова А. Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Н. Смагунова, Г. В. Пашкова, Л. И. Белых - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 120 с.. - ISBN 978-5-8114-2540-2
6. Зауэр Е. А. Химические методы количественного анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. А. Зауэр ; ВолгГТУ - Волгоград : ВолгГТУ, 2016. - 100 с.

7. Зауэр Е. А. Химические методы количественного анализа [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Зауэр ; ВолгГТУ - Волгоград : ВолгГТУ, 2013. - 78, [1] с.
8. Зауэр Е. А. Химические методы количественного анализа [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Зауэр ; ВолгГТУ - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 89, [1] с.
9. Зауэр Е. А. Анализ продуктов питания животного происхождения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. А. Зауэр ; ВолгГТУ - Волгоград : ВолгГТУ, 2016. - 104 с.

Дополнительная:

10. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. Ч.1. Гравиметрический и титриметрический методы анализа: Ч.2. Физико-химические методы анализа. М., Дрофа. 2002 г.
11. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения / Под ред. Ю. А. Золотова. - 3-е изд., М. Высш. шк., 2004. – 361с.
12. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа / Под ред. Ю. А. Золотова. - 3-е изд., М. Высш. шк., 2004. –503с.
13. Отто М. Современные методы аналитической химии : учебник / М. Отто ; пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. - 2-е испр. изд. - М. : Техносфера, 2006. - 543 с.
14. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: Учеб. пособие/ Я.И. Коренман, Р.П. Лисицкая; Воронеж. госуд. технол. акад., Воронеж, 2002. – 408с.
15. Дерффель К. Статистика в аналитической химии / К. Дерффель ; пер. с нем. Л. Н. Петровой, под ред. Ю. П. Адлера. - М. : Мир, 1994. - 267 с.
16. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методом анализа. М., Химия, 1976.
17. Ершов Б.А. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Учеб. Пособие. СПб., 1995.–264с.
18. Казицина А.А., Куплетская И.Б. Применение УФ-, ИК, ЯМР-и масс-спектрологии в органической химии. М., МГУ, 1979.
19. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. В двух книгах. Кн.1.и Кн.2 – М.: Химия, 1990.

Методические указания:

1. Кокшарова И.У. Электрохимические методы анализа. – Волгоград, ВолгГТУ, 2003. – 55с.
2. Радченко С.С. Экстракционно-фотометрический метод анализа. – Волгоград, ВолгГТУ, 2001. – 16 с.
3. Орлинсон Б.С. Ультрафиолетовая (УФ) спектрофотометрия. – Волгоград, ВолгГТУ, 2001. – 10 с.