

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Анализ в потоке Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Аналитическая химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Шайдарова Л.Г.

**Рецензент(ы):**

Медянцева Э.П.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Евтюгин Г. А.

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

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

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

Регистрационный No

Казань  
2016

## 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) заместитель директора по образовательной деятельности Шайдарова Л.Г. директорат химического института им. А.М. Бутлерова  
Химический институт им. А.М. Бутлерова , Larisa.Shaidarova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Анализ в потоке" является освоение теоретических основ современных проточных методов анализа.

В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления о проточных методах анализа и анализа в потоке в целом, об области их практического применения.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.03.01 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина 'Анализ в потоке' относится к вариативной части учебного цикла Б1 (курс по выбору студентов). Для успешного освоения данной дисциплины необходимы знания теоретических основ курсов 'Неорганическая химия', 'Органическая химия', 'Аналитическая химия', 'Электроаналитическая химия', 'Хроматография', 'Фотометрические методы анализа'.

Полученные при освоении дисциплины знания и умения пригодятся при освоения других курсов по выбору вариативной части профиля 'Аналитическая химия' и выполнении курсовых и дипломных работ.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	владением системой фундаментальных химических понятий

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- теоретические основы проточных методов анализа; роль рассматриваемых методов в автоматизации химического анализа

2. должен уметь:

- уметь правильно выбрать соответствующий вариант и схему проточного анализа в зависимости от свойств анализируемого образца; ориентироваться в многообразии вариантов анализа в потоке,

3. должен владеть:

- основными приемами химико-аналитической работы в проточных методах анализа, навыками интерпретации экспериментальных результатов.

применять полученные знания на практике.

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 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. Автоматизация химического анализа.	7	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Дискретные анализаторы.	7	2	2	0	0	
3.	Тема 3. Непрерывный проточный анализ.	7	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Проточно-инжекционный анализ (ПИА).	7	4	2	0	0	
5.	Тема 5. Основные принципы и направления развития метода Проточно-инжекционного анализа.	7	5	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Дисперсия образца. Коэффициент дисперсии.	7	6	2	0	0	
7.	Тема 7. Типы приборов для проточно-инжекционного анализа.	7	7	2	0	0	
8.	Тема 8. Основные типы проточно-инжекционных систем.	7	8	2	0	0	
9.	Тема 9. Проточно-инжекционный анализ с непрерывным потоком носителя.	7	9	2	0	0	
10.	Тема 10. Последовательный инжекционный анализ (SIA).	7	10	2	0	0	
11.	Тема 11. Проточно-инжекционный анализ с остановкой потока.	7	11	2	0	0	
12.	Тема 12. Область применения проточно-инжекционного анализа.	7	12	2	0	0	
13.	Тема 13. Жидкостная хроматография, как вариант анализа в потоке.	7	13	2	0	0	
14.	Тема 14. Аппаратура в жидкостной хроматографии.	7	14	2	0	0	
15.	Тема 15. Капиллярный электрофорез - один из эффективных методов анализа в потоке.	7	15	2	0	0	
16.	Тема 16. Аппаратура, используемая в методе капиллярного электрофореза (МКЭ).	7	16	2	0	0	
17.	Тема 17. Практическое применение проточных методов анализа.	7	17	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
18.	Тема 18. Сопоставительная характеристика проточных методов анализа.	7	18	2	0	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			36	0	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Автоматизация химического анализа.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Автоматизация химического анализа - одно из основных направлений развития аналитической химии. Основные пути развития этого направления.

### Тема 2. Дискретные анализаторы.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Дискретные анализаторы (Периодический анализ). Принцип работы. Преимущества и недостатки метода. Примеры практического применения.

### Тема 3. Непрерывный проточный анализ.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Непрерывный анализ: метод с сегментацией потока - непрерывный проточный анализ (НПА). Типовая схема НПА. Особенности этого метода анализа. Область применения.

### Тема 4. Проточно-инжекционный анализ (ПИА).

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Непрерывный анализ: метод без сегментации потока - проточно-инжекционный (ПИА). История и методология развития этого направления. Варианты ПИА.

### Тема 5. Основные принципы и направления развития метода Проточно-инжекционного анализа.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные принципы метода. Типовая схема ПИА. Основные характеристики ПИ-систем. Производительность анализа. Преимущества и недостатки метода.

### Тема 6. Дисперсия образца. Коэффициент дисперсии.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Теоретические основы метода. Дисперсия образца. Коэффициент дисперсии. Классификация ПИ-систем на основе значений  $D$ . Влияние различных физических параметров на величину  $D$ .

### Тема 7. Типы приборов для проточно-инжекционного анализа.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Аппаратура в ПИА. Основные узлы ПИ-систем. Типы насосов, инжекторов и детекторов, используемых в ПИА. Типы приборов для ПИА.

### Тема 8. Основные типы проточно-инжекционных систем.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные типы ПИ-систем. Системы без химической реакции. Способ градиентного, или электронного, разбавления. Системы с гомогенной химической реакцией. Системы с пробоподготовкой на основе гетерогенных превращений.

### Тема 9. Проточно-инжекционный анализ с непрерывным потоком носителя.

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

ПИА с непрерывным потоком носителя. Системы прямого и обратного анализа. Обращенный вариант ПИА ("обратное" ПИА). Область практического применения.

**Тема 10. Последовательный инжекционный анализ (SIA).**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Последовательный инжекционный анализ (SIA). Инжекция в гидравлические линии с бусинками, зернами, шариками наполнителя. Преимущества этого метода.

**Тема 11. Проточно-инжекционный анализ с остановкой потока.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

ПИА с остановкой потока. Преимущества и недостатки этого метода. Основные направления развития этого варианта ПИА.

**Тема 12. Область применения проточно-инжекционного анализа.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Области применения ПИА. Анализ объектов окружающей среды (вода, почва). Анализ пищевых продуктов, клинический и фармацевтический анализ, контроль технологических процессов и биотехнология.

**Тема 13. Жидкостная хроматография, как вариант анализа в потоке.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Жидкостная хроматография, как вариант анализа в потоке. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Классификация методов жидкостной хроматографии по механизму разделения. Адсорбционная, распределительная, ионообменная и эксклюзионная хроматография. Сорбенты для ВЭЖХ, привитые сорбенты на основе силикагеля. Подвижная фаза для ВЭЖХ. Элюирующая сила растворителя и элюотропные ряды.

**Тема 14. Аппаратура в жидкостной хроматографии.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Аппаратура в жидкостной хроматографии. Основные блоки хроматографа. Выбор варианта жидкостной хроматографии в зависимости от свойств исследуемого образца.

**Тема 15. Капиллярный электрофорез - один из эффективных методов анализа в потоке.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Капиллярный электрофорез - один из эффективных методов анализа в потоке. Основы капиллярного электрофореза. Электрофоретическое движение, электроосмотический поток, уширение полос.

**Тема 16. Аппаратура, используемая в методе капиллярного электрофореза (МКЭ).**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Аппаратура, используемая в методе капиллярного электрофореза (МКЭ). Детектирование. Количественный анализ. Капиллярный зонный электрофорез.

**Тема 17. Практическое применение проточных методов анализа.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Области применения методов высокоэффективной жидкостной хроматографии и капиллярного зонного электрофореза. Примеры практического применения в анализе различных объектов.

**Тема 18. Сопоставительная характеристика проточных методов анализа.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Сопоставительная характеристика проточных методов анализа. Целенаправленный выбор метода в зависимости от природы объекта и определяемого вещества. Анализ аналитических и метрологических характеристик различных проточных методов анализа.

**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
5.	Тема 5. Основные принципы и направления развития метода Проточно-инжекционного анализа.	7	5	Просмотр конспекта лекций и учебной литературы	8	домашнее задание
12.	Тема 12. Область применения проточно-инжекционного анализа.	7	12	Просмотр конспекта лекций и учебной литературы	8	домашнее задание
17.	Тема 17. Практическое применение проточных методов анализа.	7	17	Просмотр конспекта лекций и учебной литературы	8	домашнее задание
18.	Тема 18. Сопоставительная характеристика проточных методов анализа.	7	18	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- интерактивный опрос на лекциях ;
- разбор конкретных вопросов;
- демонстрация работы приборов

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

**Тема 1. Автоматизация химического анализа.**

**Тема 2. Дискретные анализаторы.**

**Тема 3. Непрерывный проточный анализ.**

**Тема 4. Проточно-инжекционный анализ (ПИА).**

**Тема 5. Основные принципы и направления развития метода Проточно-инжекционного анализа.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Ознакомиться с теоретическими основами проточных методов анализа. Изучить историю и направления развития этих методов анализа. Освоить преимущества и недостатки непрерывного проточного анализа и различных вариантов проточно-инжекционного анализа.

**Тема 6. Дисперсия образца. Коэффициент дисперсии.**

**Тема 7. Типы приборов для проточно-инжекционного анализа.**

**Тема 8. Основные типы проточно-инжекционных систем.**

**Тема 9. Проточно-инжекционный анализ с непрерывным потоком носителя.**

**Тема 10. Последовательный инжекционный анализ (SIA).**

**Тема 11. Проточно-инжекционный анализ с остановкой потока.**

**Тема 12. Область применения проточно-инжекционного анализа.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Выяснить область применения проточных методов анализа. Привести примеры использования непрерывного проточного анализа при мониторинге загрязнителей объектов окружающей среды, а проточно-инжекционного анализа при определении компонентов в лекарственных средствах и биологических объектах.

**Тема 13. Жидкостная хроматография, как вариант анализа в потоке.**

**Тема 14. Аппаратура в жидкостной хроматографии.**

**Тема 15. Капиллярный электрофорез - один из эффективных методов анализа в потоке.**

**Тема 16. Аппаратура, используемая в методе капиллярного электрофореза (МКЭ).**

**Тема 17. Практическое применение проточных методов анализа.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Ознакомиться с классификацией физико-химических методов, используемых для анализа в потоке жидкости. Проанализировать схемы анализаторов и устройство используемой аппаратуры (назначение каждого блока), разновидности насосов, инжекторов, детекторов. Сопоставить аналитические и метрологические характеристики проточных методов анализа и область их применения.

**Тема 18. Сопоставительная характеристика проточных методов анализа.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Вопросы для самостоятельной подготовки к контрольной работе приведены в разделе "прочее"

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к самостоятельной работе студентов:

1. Классификация проточных методов анализа
2. Способы автоматизации химического анализа
3. Дискретный и непрерывный анализ
4. Особенности метода непрерывного проточного анализа (НПА)
5. Особенности метода проточно-инжекционного анализа (ПИА)
6. Теоретические основы метода. Дисперсия образца. Коэффициент дисперсии.
7. Параметры, влияющие на величину коэффициента дисперсии.
8. Классификация проточно-инжекционных систем.
9. Аппаратура в ПИА, разновидности блоков и отдельных узлов проточных систем.
10. Схемы осуществления ПИА.
11. Особенности ПИА с непрерывным потоком носителя
12. Особенности обращенного варианта ПИА
13. Особенности последовательного инжекционного анализа
14. Особенности ПИА с остановкой потока
15. Область практического применения проточных методов анализа
16. Общая характеристика метода жидкостной хроматографии.
17. Эффективность и селективность хроматографического разделения. Число теоретических тарелок. Критерии эффективности разделения.
18. Основные хроматографические параметры в колоночной хроматографии: время удерживания, удерживаемый объем, параметры разделения.
19. Подвижные и неподвижные фазы. Характеристика сорбентов в хроматографии.
20. Особенности оборудования и варианты реализации высокоэффективной жидкостной хроматографии.
21. Основные детекторы в ВЭЖХ. Принцип измерения и чувствительность.

22. Характеристика хроматографических пиков на хроматограммах.
23. Качественный и количественный анализ в ВЭЖХ.
24. Критерии выбора метода анализа конкретного объекта.
25. Подвижные и неподвижные фазы в газовой хроматографии
26. Сущность метода капиллярного электрофореза

Образец билетов для контрольной работы

БИЛЕТ

1. Классификация ПИ-систем на основе значений коэффициента дисперсии. Влияние различных физических параметров на величину коэффициента дисперсии .
2. Эксклюзионная хроматография. Основные понятия. Калибровочная кривая сорбента.

ОБРАЗЕЦ БИЛЕТОВ ДЛЯ ЗАЧЕТА

БИЛЕТ

1. Теоретические основы ПИА. Дисперсия образца. Коэффициент дисперсии.
2. Жидкостная хроматография. ВЭЖХ. Классификация методов жидкостной хроматографии по механизму разделения. Области применения.

### 7.1. Основная литература:

1. Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2 т. / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша [и др.]; вступ. ст. акад. РАН Ю.А. Золотова. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 25[Т.] 1. - 2013. - 623 с.
2. Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2 т. / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша [и др.]; вступ. ст. акад. РАН Ю.А. Золотова. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 25[Т.] 2. - 2013. - 504 с.
3. Основы аналитической химии: в 2 томах: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям / под ред. акад. Ю.А. Золотова. - 5-е изд., стер. - Москва: Академия, Т. 1. - 2012. - 383 с.
4. Основы аналитической химии: в 2 томах: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям / под ред. акад. Ю.А. Золотова. - 5-е изд., стер. - Москва: Академия, Т. 2. - 2012. - 407 с.
5. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пос. [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек и др. - 2-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 542 с.  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=419626>
6. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. Я. Харитонов, Д. Н. Джабаров, В. Ю. Григорьева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 368 с.: ил. Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970421994.html>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Отто, М. Современные методы аналитической химии: в 2 томах / Маттиас Отто; пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. - Москва: Техносфера, 2004. - (Мир химии). Т. 2. - 2004. - 281 с.
2. Аналитическая химия: проблемы и подходы: в 2 т. / ред.: Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова. - М.: Мир: АСТ, 2004. - 24. - (Лучший зарубежный учебник). Т. 2. - 2004. - 728 с.
3. Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р. Основы современного электрохимического анализа. М.: Мир-Бином ЛЗ, 2003. - 592 с.

4. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика [Электронный ресурс] : учебное пособие. ? Электрон. дан. ? М. : 'Лаборатория знаний' (ранее 'БИНОМ. Лаборатория знаний'), 2014. ? 283 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50534](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50534) ? Загл. с экрана.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека химического факультета МГУ -

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html#teaching>

Словари и энциклопедии - <http://dic.academic.ru>

Теория и практика хроматографии - <http://www.chromatogramma.ru/>

ЭБС - <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970421994.html>

Электронно-библиотечная система - <http://www.knigafund.ru/>

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

Освоение дисциплины "Анализ в потоке" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

- Компьютер, принтер;

- Мультимедийный проектор;

- Приборы: проточный анализатор, жидкостной хроматограф для демонстрации .

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки Аналитическая химия .

Автор(ы):

Шайдарова Л.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Медянцева Э.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.