

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**  
Проточные методы анализа Б1.В.ОД.4

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Методы аналитической химии

Квалификация выпускника: магистр

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  
2017

## 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 'Проточные методы анализа' 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 в анализе объектов различной природы.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина 'Проточные методы анализа' относится к вариативной части учебного цикла Б1. Для успешного освоения данной дисциплины необходимы знания теоретических основ 'Неорганической химии', 'Органической химии', 'Аналитической химии', 'Электроаналитической химии', 'Хроматографии', 'Фотометрических методов анализа'.

Полученные при освоении дисциплины знания и умения пригодятся при освоения других курсов по выбору вариативной части магистерской программы 'Методы аналитической химии' 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-3 (общекультурные компетенции)	должен обладать готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	должен обладать способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач;
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	должен обладать способностью реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	должен обладать владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии;
ПК-3 (профессиональные компетенции)	должен обладать готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований.

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.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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 во 2 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.	2	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Непрерывный проточный анализ.	2	2	2	0	0	
3.	Тема 3. Проточно-инжекционный анализ (ПИА).	2	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Последовательный инжекционный анализ (ПослИА).	2	4	2	0	0	
5.	Тема 5. Порционно-инжекционный анализ (ПриА).	2	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. Проточно-инжекционный анализ с остановкой потока.	2	6	2	0	0	
7.	Тема 7. Основные типы проточно-инжекционных систем.	2	7	2	0	0	
8.	Тема 8. Практическое применение проточных методов анализа.	2	8	2	0	10	
9.	Тема 9. Сопоставительная характеристика проточных методов анализа.	2	9	2	0	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			18	0	10	

#### 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. 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 3. 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. Дисперсия образца. Коэффициент дисперсии. Влияние различных физических параметров на величину D .

##### Тема 4. Последовательный инжекционный анализ (ПослИА).

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

Основные принципы метода последовательного инжекционного анализа (ПослИА). Типовая схема проточной системы. Преимущества и недостатки метода.

##### Тема 5. Порционно-инжекционный анализ (ПриА).

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

Теоретические основы метода. Типовая схема проточной электрохимической ячейки. Преимущества и недостатки метода.

##### Тема 6. Проточно-инжекционный анализ с остановкой потока.

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

Основные типы ПИ-систем. Системы без химической реакции. Системы с гомогенной химической реакцией. Системы с пробоподготовкой на основе гетерогенных превращений. Аппаратура в ПИА. Основные узлы ПИ-систем. Типы насосов, инжекторов и детекторов, используемых в ПИА. Типы приборов для ПИА.

#### **Тема 7. Основные типы проточно-инжекционных систем.**

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

Область практического применения ПИА с непрерывным потоком носителя (системы прямого и обратного анализа) и ПИА с остановкой потока. Преимущества и недостатки этого метода. Основные направления развития этого варианта ПИА.

#### **Тема 8. Практическое применение проточных методов 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. Примеры практического применения в анализе различных объектов.

##### **лабораторная работа (10 часа(ов)):**

Лабораторные работы. 1. Проточно-инжекционный анализ. Изучение факторов, влияющих на аналитический сигнал. 2. Последовательный инжекционный анализ. Зависимость аналитического сигнала от концентрации определяемого вещества (по выбору преподавателя). 3. Проточно-инжекционный амперометрический анализ лекарственных препаратов (по выбору преподавателя).

#### **Тема 9. 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)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
7.	Тема 7. Основные типы проточно-инжекционных систем.	2	7	Просмотр конспекта лекций и учебной литературы	10	домашнее задание
8.	Тема 8. Практическое применение проточных методов анализа.	2	8	Просмотр конспекта лекций и учебной литературы Оформление лабораторных работ	24	домашнее задание оформленные лабораторные работы
9.	Тема 9. Сопоставительная характеристика проточных методов анализа.	2	9	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
	Итого				44	

### **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

- компьютерные презентации лекций;
- 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. Непрерывный проточный анализ.**

**Тема 3. Проточно-инжекционный анализ (ПИА).**

**Тема 4. Последовательный инжекционный анализ (ПослИА).**

**Тема 5. Порционно-инжекционный анализ (ПриА).**

**Тема 6. Проточно-инжекционный анализ с остановкой потока.**

**Тема 7. Основные типы проточно-инжекционных систем.**

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. 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 8. Практическое применение проточных методов анализа.**

домашнее задание оформленные лабораторные работы , 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 9. Сопоставительная характеристика проточных методов анализа.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Образец билета для контрольной работы БИЛЕТ 1. Классификация ПИ-систем на основе значений коэффициента дисперсии. 2. Влияние различных физических параметров на величину коэффициента дисперсии . 3. Проточно-инжекционный анализ. Основные понятия. Аналитический сигнал в ПИА

**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 инъекционного анализа
14. Особенности ПИА с остановкой потока
15. Порционнно-инжекционный анализ.
16. Область практического применения проточных методов анализа.
- 17 Сопоставительная характеристика проточных методов анализа.

#### ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА ДЛЯ ЗАЧЕТА

##### БИЛЕТ

1. Теоретические основы ПИА. Дисперсия образца. Коэффициент дисперсии.
2. Схема ПослИА. Области применения.
3. Сопоставительная характеристика ПИА и хроматографии.

#### 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. 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. Булатов, А.В. Автоматизация и миниатюризация химического анализа на принципах проточных методов (Обзор) / А.В. Булатов, А. Л. Москвин, Л. Н. Москвин, К. С. Вах, М. Т. Фалькова, А. Ю. Шишов // Научное приборостроение. - 2015. - Т.25, ◆2. - С.3-26. <http://213.170.69.26/mag/2015/full2/Art1.pdf>
2. Шайдарова, Л. Г. Химически модифицированные электроды на основе благородных металлов, полимерных пленок или их композитов в органической вольтамперометрии / Л.Г. Шайдарова, Г.К. Будников // Журн. аналит. химии. - 2008. - Т.63, ◆ 10. - С.1014-1037.
3. Evtugyn, Gennady. Biosensors : essentials / Gennady Evtugyn .? [Berlin etc.] : Springer, [2014] .? X, 265 с.
4. Проблемы аналитической химии / Рос. акад. наук, Отд-ние химии и наук о материалах, Науч. совет по аналит. химии ; редкол.: акад. Ю. А. Золотов (пред.) и др. ? Москва : Наука, 1970 .? ; 22. Т. 14: Химические сенсоры / [Брайнина Х. З. и др.] ; под ред. Ю. Г. Власова .? 2011 .? 398, [1] с.

#### 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>

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

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

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

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

Освоение дисциплины "Проточные методы анализа" 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 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Методы аналитической химии .

Автор(ы):

Шайдарова Л.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Медянцева Э.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.