

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Проточные методы анализа

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Методы аналитической химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).
ОПК-1	способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
ОПК-3	способностью реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях (ОПК-3);
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2);
ПК-3	готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований (ПК-3);

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

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

Должен уметь:

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

Должен владеть:

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

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Методы аналитической химии)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 10 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Автоматизация химического анализа.	2	2	0	0	0
2.	Тема 2. Непрерывный проточный анализ.	2	2	0	0	0
3.	Тема 3. Проточно-инжекционный анализ.	2	2	0	0	10
4.	Тема 4. Основные типы проточно-инжекционных систем.	2	2	0	0	0
5.	Тема 5. Последовательный инжекционный анализ.	2	2	0	0	10
6.	Тема 6. Порционно-инжекционный анализ.	2	2	0	0	0
7.	Тема 7. Новые варианты проточно-инжекционного анализа.	2	2	0	0	10
8.	Тема 8. Практическое применение проточных методов анализа.	2	4	0	10	14
	Итого		18	0	10	44

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Автоматизация химического анализа.

Автоматизация химического анализа - одно из основных направлений развития аналитической химии. Статические и проточные методы анализа. Измерения аналитического сигнала в статических и проточных методах анализа. Гидравлическая схема проточного анализа. Объединение всех стадий химического анализа (пробоотбора, пробоподготовки, градуировки аналитических приборов и измерения аналитического сигнала) в единую поточную линию в схеме проточного анализа.

###### Тема 2. Непрерывный проточный анализ.

Классификация проточных методов анализа. Непрерывный проточный анализ. Схема непрерывного проточного анализа. Основные блоки. Наносы, коммуникации, детекторы, используемые в непрерывном проточном анализе. Отличительные особенности непрерывного проточного анализа с сегментированными потоками. Область практического применения непрерывного проточного анализа.

###### Тема 3. Проточно-инжекционный анализ.

Методология развития проточно-инжекционного анализа. Теоретические основы метода. Дисперсия образца. Коэффициент дисперсии. Влияние различных физических параметров на коэффициент дисперсии. Варианты проточно-инжекционного анализа. Проточно-инжекционный анализ с непрерывным потоком носителя (системы прямого и обратного анализа) и с остановкой потока. Преимущества и недостатки этих методов.

###### Тема 4. Основные типы проточно-инжекционных систем.

Типы проточно-инжекционных систем. Системы без химической реакции. Системы с гомогенной химической реакцией. Системы с пробоподготовкой на основе гетерогенных превращений. Аппаратура в проточно-инжекционном анализе. Основные узлы проточных систем. Типы насосов, инжекторов и детекторов, используемых в проточно-инжекционном анализе. Проточные анализаторы

###### Тема 5. Последовательный инжекционный анализ.

Основные принципы метода последовательного инжекционного анализа. Типовая гидравлическая схема последовательного инжекционного анализа. Присутствие в ней новых узлов (реверсивного насоса и многоходового крана-переключателя). Комбинированные методы анализа на основе последовательного инжекционного анализа. Преимущества и недостатки метода.

###### Тема 6. Порционно-инжекционный анализ.

Порционнно-инжекционный анализ как вариант проточно-инжекционного анализа. Теоретические основы метода. Типовая схема проточной электрохимической ячейки. Использование электронной микропипетки для ввода пробы и стандартных растворов. Преимущества и недостатки метода. Область практического применения.

#### **Тема 7. Новые варианты проточно-инжекционного анализа.**

Перекрестный инжекционный анализ. Использование проточной ячейки на основе платформы с цилиндрическими каналами, перпендикулярно направленными потоками носителя и пробы с реагентами. Отличительная особенность метода циклического инжекционного анализа. Включение всех стадий анализа в схему проточного анализа. Преимущества и недостатки методов.

#### **Тема 8. Практическое применение проточных методов анализа.**

Целенаправленный выбор метода анализа в зависимости от природы объекта и определяемого вещества. Сопоставление аналитических и метрологических характеристик различных проточных методов анализа. Области применения непрерывного и проточно-инжекционного методов анализа. Анализ объектов окружающей среды. Анализ пищевых продуктов. Клинический и фармацевтический анализ. Контроль технологических процессов. Примеры практического применения в анализе различных объектов.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

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>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Лабораторная работа - это проведение студентами по заданию преподавателя или по инструкции опытов с использованием приборов, применением инструментов и других технических приспособлений, т.е. это изучение каких-либо объектов, явлений с помощью специального оборудования.</p> <p>В ходе лабораторных работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями. Лабораторные работы выполняются согласно графику учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплинам. При этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ. Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать требованиям, основные из которых следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на титульном листе указывают предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента; каждую работу нумеруют в соответствии с методическими указаниями, указывают дату выполнения работы;</li> <li>- полностью записывают название работы, цель и принцип метода, кратко характеризуют ход эксперимента и объект исследования;</li> <li>- при необходимости приводят рисунок установки; результаты опытов фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы или описывают словесно (характер оформления работы обычно указан в методических указаниях к самостоятельным работам);</li> <li>- в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.</li> </ul> <p>Все первичные записи необходимо делать в тетради по ходу эксперимента.</p> <p>Проведение лабораторных работ включает в себя следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постановку темы занятий и определение задач лабораторной работы;</li> <li>- определение порядка лабораторно-практической работы или отдельных ее этапов;</li> <li>- непосредственное выполнение лабораторной работы студентами и контроль за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;</li> <li>- подведение итогов лабораторной работы и формулирование основных выводов.</li> </ul> <p>При подготовке к лабораторным занятиям необходимо заранее изучить методические рекомендации по его проведению. Обратит внимание на цель занятия, на основные вопросы для подготовки к занятию, на содержание темы занятия.</p> <p>Лабораторное занятие проходит в виде диалога - разбора основных вопросов темы. Также лабораторное занятие может проходить в виде показа презентаций, демонстративного материала (в частности плакатов, слайдов), которые сопровождаются беседой преподавателя со студентами.</p> <p>К лабораторным работам студент допускается только после инструктажа по технике безопасности. Положения техники безопасности изложены в инструкциях, которые должны находиться на видном месте в лаборатории.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.</p>
зачет	<p>Рекомендуется внимательно изучить конспекты лекций, дополнительную информацию можно получить из рекомендованных интернет-ресурсов и учебных пособий. На зачете необходимо отвечать точно, ясно и по вопросу. Помните, что время ответа ограничено. При возникновении любых неясностей в процессе подготовки к ответу следует обращаться с вопросами только к преподавателю.</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Методы аналитической химии".

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Методы аналитической химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Основная литература:**

- 1.Хенце, Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Хенце ; под ред. А. И. Каменева ; пер. с нем. А. В. Гармаша, А. И. Каменева. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 287 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94136>
2. Будников, Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине [Электронный ресурс] / Г.К. Будников, Г.А. Евтюгин, В.Н. Майстренко. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 419 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90273>

**Дополнительная литература:**

- 1.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>
- 2.Васюкова А.Т., Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Учебник для бакалавров / Васюкова А.Т. - М. : Дашков и К, 2019. - 156 с. - ISBN 978-5-394-02837-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394028373.html>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.4 Проточные методы анализа

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Методы аналитической химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows