

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Анализ органических соединений БЗ.В.9**

Направление подготовки: 020100.62 - 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 749014

Казань

2014

## 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) профессор, д.н. (профессор) Шайдарова Л.Г.  
Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова,  
Larisa.Shaidarova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Анализ органических соединений" является освоение теоретических основ этой научной дисциплины, овладение современными методами анализа. Анализ органических соединений - важнейший раздел аналитической химии. Методы органического анализа используются как в препаративной химии для установления молекулярной формулы вновь синтезируемых соединений, так и в технологии для контроля производственных процессов. Чисто химическими методами не всегда можно идентифицировать индивидуальное органическое вещество из-за его низкой реакционной способности. Поэтому для их определения широко используют физические методы. При анализе многокомпонентных смесей применяют физические и физико-химические методы. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления о теоретических основах элементного и функционального органического анализа и о современных методах анализа органических соединений.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.В.9 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.62 Химия и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Анализ органических соединений" по учебному плану относится к блоку Б.3 и предназначена для студентов, специализирующихся по аналитической химии. Для успешного освоения данной дисциплины необходимы знания теоретических основ курсов "Неорганическая химия", "Органическая химия", "Аналитическая химия". Полученные при освоении дисциплины знания и умения облегчают освоение других курсов вариативной части профиля "Аналитическая химия" и выполнение курсовой и дипломной работ.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6 (профессиональные компетенции)	владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов
ПК-7 (профессиональные компетенции)	имеет опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях
ПК-8 (профессиональные компетенции)	владеет методами регистрации и обработки результатов химически экспериментов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- теоретические основы качественного и количественного элементного анализа
- теоретические основы качественного и количественного функционального анализа
- классификацию современных методов органического анализа

2. должен уметь:

- уметь правильно выбрать соответствующий вариант методов органического анализа в зависимости от свойств анализируемого образца.

3. должен владеть:

- основными приемами химико-аналитической работы в методах анализа органических соединений.

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 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. Методы анализа органических соединений.	7	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Качественный элементный анализ.	7	2	2	0	0	
3.	Тема 3. Количественный элементный анализ.	7	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Функциональный анализ органических соединений.	7	4	2	0	0	контрольная точка
5.	Тема 5. Исследование кислородсодержащих органических соединений.	7	5-6	2	0	0	
6.	Тема 6. Исследование сероорганических соединений.	7	7	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	
7.	Тема 7. Исследование азотсодержащих органических соединений.	7	8	2	0	0	
8.	Тема 8. Физические методы в анализе органических соединений.	7	9	2	0	0	
9.	Тема 9. Сопоставительная характеристика методов анализа органических соединений	7	10	4	0	0	контрольная работа
10.	Тема 10. Определение органического соединения инструментальным методом анализа. Метрологическая обработка полученных результатов	7	11-14	0	0	22	
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			20	0	22	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Методы анализа органических соединений.

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

Методы анализа органических соединений. Элементный анализ. Понятие о функциональном анализе. Качественный и количественный анализ. Анализ сложных органических соединений. Отличительные особенности анализа органических соединений от анализа неорганических соединений

##### Тема 2. Качественный элементный анализ.

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

Качественный элементный анализ. Методы обнаружения углерода, водорода, азота, серы, галогенов, кислорода, фосфора. Определение углерода, водорода и азота. Проба Лассеня. Обнаружение азота в присутствии избытка серы. Методы обнаружения серы. Способы обнаружения галогенов: фтора, хлора, брома, йода. Проба Бельштейна. Обнаружение кислорода и фосфора. Обнаружение металлов в остатке после сжигания.

##### Тема 3. Количественный элементный анализ.

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

Количественный элементный анализ. Методы определения углерода, водорода, азота, серы, галогенов, кислорода, фосфора. Полумикроанализ. Микроанализ. Макрометоды органического элементного анализа. Определение углерода и водорода. Метод Либиха. Микроаналитические методы. Определение углерода и водорода по Преглю. Определение углерода и водорода в присутствии азота. Способы улавливания азота. Определение углерода и водорода в веществах, содержащих металлы. Определение кислорода. Метод Шютце. Метод Коршун. Определение галоидов. Метод Кариуса. Метод Фольгарда. Количественное определение йода, хлора, брома, серы. Определение фосфора, мышьяка.

#### **Тема 4. Функциональный анализ органических соединений.**

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

Функциональный анализ органических соединений. Качественный и количественный анализ непредельных соединений. Качественный анализ конъюгенов. Реакция Дильса-Альдера. Качественный анализ кумуленов. Количественное определение числа двойных связей. Присоединение водорода, галоидов и родана. Водородное число. Иодное число гидрирования. Родановое число. Присоединение малеинового ангидрида. Диеновое число.

#### **Тема 5. Исследование кислородсодержащих органических соединений.**

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

Исследование кислородсодержащих органических соединений. Качественный и количественный анализ. Исследование соединений с гидроксильной группой. Ацилирование. Качественный анализ фенолов. Количественное определение спиртов. Исследование карбонильных соединений. Альдегиды и кетоны. Дикетоны. Количественное определение карбонильных соединений. Микроопределение при помощи гидроксилamina. Объемное определение альдегидов при помощи гидразина. Определение альдегидов в присутствии кетонов. Весовой метод. Исследование органических соединений с карбоксильной группой. Методы идентификации органических кислот. Разделение карбонильных кислот при помощи перегонки с водяным паром. Количественное определение карбоксильных групп.

#### **Тема 6. Исследование сероорганических соединений.**

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

Исследование сероорганических соединений. Качественное и количественное определение меркаптанов, дисульфидов, сульфокислот. Сульфонамиды. Сульфоновые кислоты. Качественный анализ. Количественное определение.

#### **Тема 7. Исследование азотсодержащих органических соединений.**

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

Исследование азотсодержащих органических соединений. Качественное и количественное определение нитросоединений. Качественный и количественный анализ соединений с аминогруппой. Первичные, вторичные и третичные амины. Определение ароматических аминов. Исследование азо- и азоксисоединений.

#### **Тема 8. Физические методы в анализе органических соединений.**

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

Физические методы в анализе органических соединений. Электрохимические методы (потенциометрия, фотометрия). Спектроскопические методы (фотометрия). Хроматографические методы. Определение строения органических молекул по специфическим характеристикам спектральных методов.

#### **Тема 9. Сопоставительная характеристика методов анализа органических соединений**

##### ***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Сопоставительная характеристика методов анализа органических соединений. Чувствительность, селективность, точность методов. Выбор оптимального метода при анализе органического соединения.

#### **Тема 10. Определение органического соединения инструментальным методом анализа. Метрологическая обработка полученных результатов**

##### ***лабораторная работа (22 часа(ов)):***

Список лабораторных работ Определение органического соединения инструментальным методом анализа (по выбору преподавателя). Метрологическая обработка полученных результатов: 1. Нарботка статистических данных при определении соединения различными методами (потенциометрическим, фотометрическим, вольтаперометрическим) 2. Нахождение аналитических характеристик (диапазон определяемых содержаний, нижний и верхний границы определяемых содержаний, предел обнаружения). Корреляционный и регрессионный анализ экспериментальных результатов. 3. Расчет основных метрологических характеристик: систематической и случайной погрешностей, грубых погрешностей (промахов), стандартного отклонения, доверительного интервала. 4. Оценка точности проведения анализа различными способами: по стандартному образцу, по методу двойной навески или двойного разбавления и т.д.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Функциональный анализ органических соединений.	7	4	подготовка к контрольной точке	8	контрольная точка
9.	Тема 9. Сопоставительная характеристика методов анализа органических соединений	7	10	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
10.	Тема 10. Определение органического соединения инструментальным методом анализа. Метрологическая обработка полученных результатов	7	11-14	Оформление лабораторных работ	6	Оформленные лабораторные работы
				Подготовка к тес-опросу	8	Тест-опрос
Итого					30	

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

В учебном процессе используются такие образовательные технологии:

- интерактивный опрос на лекциях ;
- тест-опрос
- демонстрация работы современных приборов
- выполнение лабораторных работ

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

**Тема 1. Методы анализа органических соединений.**

**Тема 2. Качественный элементный анализ.**

**Тема 3. Количественный элементный анализ.**

#### **Тема 4. Функциональный анализ органических соединений.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Вопросы по разделу "Элементный анализ": 1. Элементный анализ. Сущность метода. 2. Качественный и количественный элементный анализ. 3. Особенности элементного анализа углерода, водорода, азота, серы, галогенов. 4. Особенности определения углерода в присутствии серы и галогенов. 5. Особенности определения углерода в присутствии азота. 6. CH, CHN и CHNS анализаторы. Схемы приборов.

#### **Тема 5. Исследование кислородсодержащих органических соединений.**

#### **Тема 6. Исследование сероорганических соединений.**

#### **Тема 7. Исследование азотсодержащих органических соединений.**

#### **Тема 8. Физические методы в анализе органических соединений.**

#### **Тема 9. Сопоставительная характеристика методов анализа органических соединений**

контрольная работа , примерные вопросы:

Образец билетов для контрольной работы БИЛЕТ 1. Элементный анализ органических соединений. Определение водорода. 2. Функциональный анализа органических соединений. Определение спиртов. 2. Систематические и случайные погрешности определения органических соединений.

#### **Тема 10. Определение органического соединения инструментальным методом анализа. Метрологическая обработка полученных результатов**

Оформленные лабораторные работы , примерные вопросы:

Обсуждение результатов, полученных после выполнения лабораторных работ.

Тест-опрос , примерные вопросы:

Некоторые примеры тест-заданий:  $\wedge$ Что означает понятие АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ: +это среднее из результатов измерений в конечной стадии анализа физической величины, функционально связанной с содержанием определяемого компонента. -это все то, что сигнализирует нам об окончании эксперимента. -это обычно цвет или выпадение осадка при выполнении тех или иных операций. - это всегда количественное выражение величины, связанное с содержанием определяемого соединения.  $\vee$   $\wedge$ Как можно учесть аналитический сигнал фона: +при проведении контрольного (холостого) опыта, когда через все стадии химического анализа проводится проба, не содержащая определяемого компонента. -аналитический сигнал фона невозможно учесть, так как он вызван случайными погрешностями анализа -при вычислении случайных погрешностей -нет правильного ответа  $\vee$   $\wedge$ Правильность характеризует: +величину систематической ошибки +отклонение результатов анализа относительно истинного содержания компонента -рассеивание результатов параллельных определений относительно среднего -абсолютную погрешность анализа -относительную погрешность анализа  $\vee$   $\wedge$ Отметить признаки случайной погрешностей: +вызваны постоянно действующей причиной -вызваны случайно действующей причиной +постоянны во всех измерениях или меняются по постоянно действующему закону +могут быть оценены методом математической статистики + имеют постоянный знак + имеют переменный знак

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к самостоятельной работе студентов:

Способы определения состава и структурной формулы органического соединения.

1. Как проводится элементный анализ.

- Качественное и количественное определение водорода.
- Качественное и количественное определение углерода.
- Качественное и количественное определение азота.
- Качественное и количественное определение галогенов.
- Качественное и количественное определение серы.
- Качественное и количественное определение фосфора.

- Качественное и количественное определение кислорода.
- 2. Элементный анализ. Особенности определения углерода в присутствии кислорода, азота, серы галогенов.
- 3. Как проводится функциональный анализ органических соединений.
  - Качественный и количественный анализ соединений, содержащих двойные тройные связи.
  - Качественный и количественный анализ органических соединений с гидроксильной группой.
  - Качественный и количественный анализ карбонильных соединений.
  - Качественный и количественный анализ карбоксильных соединений.
  - Качественный и количественный анализ S-содержащих соединений. Определение сульфгидрильных соединений и сульфидов и дисульфидов.
  - Качественный и количественный анализ S-содержащих соединений. Определение сульфокислот, сульфоновых кислот и сульфонамидов.
  - Качественный и количественный анализ N-содержащих соединений. Определение алифатических и ароматических нитросоединений.
  - Качественный и количественный анализ N-содержащих соединений. Определение алифатических и ароматических аминов.

#### Математическая обработка результатов анализа органических соединений

1. Указать признаки систематических погрешностей:
2. Указать признаки случайной погрешностей:
3. Способы оценки случайной погрешности
4. Способы оценки систематической погрешности
5. Что такое промах?
6. Способы оценки грубой погрешности
7. Дать характеристику понятий:
  - неопределенность (uncertainty) или воспроизводимость результатов
  - правильность
  - точность
  - диапазона определяемых содержаний
  - доверительный интервал
8. Указать способы оценки правильности анализа:
9. Что такое рандомизация и релятивизация?
10. Способы определения предела обнаружения
11. Что такое нижняя и верхняя граница определяемых содержаний
12. В чем сущность метода стандартов и метода добавок?
13. Как осуществляется определение концентрации вещества методом градуировочного графика?

#### ОБРАЗЕЦ БИЛЕТОВ ДЛЯ ЗАЧЕТА

##### БИЛЕТ

1. Качественный элементный анализ. Обнаружение галогенов.
2. Оценка точности проведения анализа различными способами: по стандартному образцу, по методу двойной навески или двойного разбавления и т.д.

#### 7.1. Основная литература:

1. Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2 томах / Г. Кристиан; пер. с англ. А. В. Гармаша [и др.]; вступ. ст. акад. РАН Ю. А. Золотова. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. ?; 25.?(Лучший зарубежный учебник).?ISBN 978-5-94774-389-0((БИНОМ. ЛЗ)). [Т.] 1.?2013.?623 с.

2. 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, 2012. 25. (Высшее профессиональное образование, Естественные науки). ISBN 978-5-7695-9123-5 (в пер.). Т. 1. 2012. 383 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, 2012. 25. (Высшее профессиональное образование, Естественные науки). ISBN 978-5-7695-9123-5 (в пер.). Т. 2. 2012. 407 с.

4. 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>

5. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=399829>

6. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Практикум: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 429 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=419619>

## 7.2. 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. Режим доступа:

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

2. Современные физико-химические методы исследования в органической химии : учебно-методическое пособие к спецпрактикуму по физическим и физико-химическим методам исследования / Казан. федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова ; [авт.-сост.: к.х.н. В. А. Бурилов и др.] .? Казань : [Казанский университет], 2014 .? 131 с.

3. Стойков И.И., Стойкова Е.Е. Основы хроматографии. Казань: Изд-во КФУ, 2010.- 156 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>

Химическая информационная сеть - <http://www.chem.msu.su/>

ЭБС - <http://znanium.com/bookread.php?book=419626>

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

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

Освоение дисциплины "Анализ органических соединений" 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: вольтамперограф, потенциометр, фотоколориметр

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020100.62 "Химия" и профилю подготовки Аналитическая химия .

Автор(ы):

Шайдарова Л.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Медянцева Э.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.