

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор химико-технологического  
института  
д.т.н., проф. Р.Н. Ястребинский  
« 24 » мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Аналитическая химия**

направление подготовки (специальность):

**18.03.02 – Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии**

Направленность программы (профиль, специализация)

**Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в  
химической технологии вяжущих материалов**

Квалификация (степень)  
**бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

**Институт: химико-технологический**

**Кафедра теоретической и прикладной химии**

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 – Энерго- ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 923
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доц.



(В.А. Полуэктова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:

Технологии цемента и композиционных материалов

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.



(И.Н. Борисов)

« 12 » мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » мая 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.



(В.И. Павленко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент



(Л.А. Порожнюк)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	<b>ОПК-2</b> Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.	<b>ОПК-2.6</b> Использует химические и физико-химические методы анализа для установления качественного и количественного состава исследуемого вещества	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия, законы, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять основные химические операции; выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и оценивать возможность каждого метода анализа; работать на аналитических установках и приборах; выполнять качественный и количественный анализ химическими или физико-химическими методами; рассчитывать концентрации растворов различных соединений; интерпретировать результаты анализа.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методиками проведения исследований с помощью химических и современных физико-химических методов, методами обработки результатов, получения необходимой информации для идентификации химических соединений; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 1. Компетенция ОПК-2** Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1.	Математика
2.	Физика
3.	Инженерная графика и основы конструкторской документации
4.	Электротехника и промышленная электроника
5.	Органическая химия
6.	Аналитическая химия
7.	Процессы и аппараты химической технологии
8.	Физическая химия
9.	Коллоидная химия
10.	Общая технология силикатов
11.	Производственная эксплуатационная практика
12.	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
13.	Научно-исследовательская работа

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	70	70
лекции	17	17
лабораторные	51	51
практические		
консультации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	74	74
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	74	74

Форма промежуточной аттестации (зачет)		зачет
Форма промежуточной аттестации (экзамен)		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Содержание лекционных занятий

#### Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии.					
	Предмет аналитической химии. Классификация методов анализа. Методы количественного анализа. Равновесие в гомогенных системах: закон действующих масс, границы применимости. Константа равновесия. Теория сильных электролитов: ионная сила, активность, коэффициент активности, формула Дебая-Хюккеля. Основы титриметрии. Способы выражения концентрации раствора: молярная, нормальная, титр, титр по определяемому веществу, поправочный коэффициент. Сущность метода нейтрализации. Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).	6	-	17	25
2. Введение в спектроскопию. Оптические методы анализа.					
	Введение в ФХМА. Классификация методов спектроскопии. Спектр и его характеристики. Сущность взаимодействия вещества с электромагнитным излучением. Основы атомной и молекулярной спектроскопии. Спектрофотометрия.	5	-	17	25
3. Хроматографические и электрохимические методы анализа.					
	Классификация хроматографических методов анализа. Сущность разделения веществ в хроматографии. Сущность явлений в абсорбционной газовой, газожидкостной, жидкостной хроматографии, особенности высокоэффективной жидкостной хроматографии. Основы бумажной, тонкослойной, хроматографии. Сущность ионообменной хроматографии. Классификация электрохимических методов анализа. Сущность потенциометрических методов анализа. Основы амперометрических методов анализа. Амперометрическое титрование. Сущность вольтамперометрических методов анализа. Основы кондуктометрических методов анализа. Сущность кулонометри-	6	-	17	24

	ческих методов анализа.				
ИТОГО:		17	-	51	74

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические (семинарские) занятия учебным планом не предусмотрены.

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Первое занятие - вводное, инструктаж по технике безопасности, ознакомление с правилами работы, с приборами и оборудованием. На остальных занятиях каждый студент выполняет индивидуально лабораторные работы из приведенного ниже перечня по графику, составляемому ежегодно.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр №2</b>				
1	Введение в аналитическую химию. Основы титриметрии. Метод нейтрализации. Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).	Вводное занятие	17	17
		Приготовление титрованного раствора щелочи и установка его титра		
		Определение содержания аммиака в солях аммония способом обратного титрования		
		Определение оксида кальция в известняке методом перманганатометрии		
2	Введение в спектроскопию. Оптические методы анализа	Иодометрическое определение $Fe_2O_3$ в силикатных материалах	17	17
		Фотометрическое определение содержания железа методом добавок		
		Фотометрическое определение железа (III) в силикатных материалах методом стандартов		
		Фотометрическое определение алюминия в силикатных материалах методом калибровочного графика		
		Фотометрическое определение марганца и хрома при совместном присутствии в растворе		
3	Хроматографические и электрохимические методы анализа.	Определение концентрации хлорид-ионов турбидиметрическим методом	17	17
		Разделение красителей на бумаге		
		Определение концентрации ионов кальция методом ионообменной хроматографии		
		Определение динамической обменной емкости и полной обменной емкости катионообменников		
		Определение общей обменной емкости глин		
		Кондуктометрическое определение содержания растворимых солей в строительных материалах		
Определение концентрации кислоты методом кулонометрии при постоянном токе				
<b>ИТОГО:</b>			<b>51</b>	<b>51</b>

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Аналитическая химия» не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Выполнение РГЗ (ИДЗ) по дисциплине «Аналитическая химия» не предусмотрено учебным планом.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-2.6 Использует химические и физико-химические методы анализа для установления качественного и количественного состава исследуемого вещества	Экзамен, дифференцированный зачет, выполнение и защита лабораторных работ, выполнение домашних заданий - решение задач, коллоквиумы, тестирование, собеседование.

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

**Промежуточная аттестация** в конце 2-го семестра осуществляется в форме **зачета** после изучения разделов дисциплины «Аналитическая химия».

При проведении зачета зачетный билет, содержащий два теоретических вопроса и две задачи, выбирают сами студенты в случайном порядке. Билеты ежегодно утверждаются на заседании кафедры. Для подготовки студенту отводится время в пределах 45 мин.

#### 2 семестр, зачет

##### Теоретические вопросы

1. Предмет и задачи аналитической химии. Химический анализ и его значение.
2. Общая характеристика и классификация методов анализа.
3. Основные этапы анализа. Аналитический сигнал.
4. Закон действующих масс в аналитической химии, границы применимости.
5. Константа равновесия в кажущейся и термодинамической формах.
6. Константа диссоциации как частный случай константы равновесия (на конкретных примерах с использованием справочных данных).
7. Активность и коэффициент активности, ионная сила раствора: вычисление, связь с коэффициентом активности (формула Дебая - Хюккеля).

8. Сущность титриметрического анализа.
9. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии, их типы.
10. Молярная масса эквивалента вещества: понятие и вычисление. Зависимость величины эквивалента от характера реакции, в которую вступает вещество.
11. Закон эквивалентов и правило пропорциональности.
12. Точка эквивалентности и конечная точка титрования, методы установления.
13. Способы выражения концентрации растворов: молярность, нормальность, титр стандартного раствора, титр по определяемому веществу; их вычисление.
14. Точность определений в объемном анализе. Роль поправочного коэффициента в расчетах. Стандартные растворы.
15. Способы титрования: их сущность, примеры.
16. Приготовление титрованного раствора щелочи по точной навеске и установка его титра методом пипетирования и методом отдельных навесок.
17. Расчеты в титриметрическом анализе: расчет навески, содержания определяемого вещества в зависимости от способа титрования.
18. Общая характеристика метода нейтрализации, рабочие растворы и определяемые вещества.
19. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов: интервал перехода и показатель титрования, связь с константой диссоциации индикатора.
20. Ионное произведение воды. Понятия  $pH$ ,  $pOH$ ,  $pK$ .
21. Буферные растворы и их роль в анализе. Механизм действия, буферная емкость, примеры буферных растворов.
22. Общая характеристика кривых кислотно-основного титрования.
23. Классификация методов редоксиметрии, их краткая характеристика.
24. Окислительно-восстановительный потенциал, его вычисление. Уравнение Нернста. Нормальный редокс-потенциал.
25. Основы перманганатометрии: характеристика метода, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения анализа.
26. Основы иодометрии: характеристика, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения.
27. Диапазоны ЭМИ и их характеристика. Оптическая область спектра.
28. Спектроскопия, методы спектроскопии, атомные и молекулярные спектры.
29. Оптическая спектроскопия. Основные законы светопоглощения.
30. Основные приемы количественного анализа, используемые в спектроскопии.
31. Спектрофотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера, молярный коэффициент поглощения.
32. Аппаратура и техника выполнения спектрометрического анализа. Качественный и количественный анализ. Достоинства и недостатки.
33. Нефелометрический и турбидиметрический анализ. Законы рассеивания света.
34. Теоретические основы хроматографических методов анализа. Классификация хроматографических методов анализа.
35. Элюэнтная, фронтальная и вытеснительная хроматография: кривые выхода веществ при анализе.
36. Газовая хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газо-адсорбционной и газожидкостной хроматографии.
37. Жидкостная хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газожидкостной.
38. Ионообменная хроматография, классификация ионитов, схема ионного хроматографа.
39. Адсорбционная хроматография. Виды адсорбционной хроматографии.
40. Хроматограммы, основные характеристики.
41. Качественный и количественный анализ в колоночной хроматографии.
42. Плоскостная хроматография, её виды. Тонкослойная и бумажная хроматография. Хроматографическая подвижность.
43. Сущность и классификация электрохимических методов анализа. Аналитический сиг-

нал.

44. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Теоретические основы потенциометрического анализа. Виды потенциометрии.
45. Вольтамперометрия. Виды вольтамперометрии. Амперометрическое титрование.
46. Принципы полярографии. Общий вид полярограммы. Полярографическая волна.
47. Качественный и количественный полярографический анализ. Уравнение Ильковича.
48. Основы кулонометрии. Законы Фарадея.
49. Виды кулонометрии. Аппаратура и техника выполнения анализа.
50. Кондуктометрический анализ, виды кондуктометрии.

### Практические вопросы

1. Навеска мрамора 0,5668 г растворена в 30,00 мл HCl ( $T = 0,02871$ ). На титрование избытка HCl израсходовано 14,10 мл 0,8818 н NaOH. Определить массовое содержание примесей в образце (в %).
2. Навеску 0,5500 г  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$  растворили в 500 мл, затем отобрали 50 мл добавили 20,00 мл раствора KOH, а избыток последнего оттитровали 15,14 мл 0,1 н раствора HCl. Найти титр KOH.
3. К 25,00 мл раствора KOH неизвестной концентрации прибавлено 50,00 мл раствора  $H_2SO_4$  ( $K=0,9500$ , 0,1 н). На титрование избытка кислоты израсходовано 28,90 мл раствора NaOH ( $K = 0,8570$ , 0,1 н). Какова нормальность раствора KOH?
4. К 20,00 мл раствора HCl неизвестной концентрации прилито 25,00 мл раствора KOH ( $K=0,8000$ , 0,1 н). Для обратного титрования избытка щелочи пришлось израсходовать 1,55 мл раствора  $H_2SO_4$  ( $K=1,200$ , 0,1 н). Определить  $K(HCl)$  к 0,1 н.
5. Навеску 1,5 г технического  $(NH_4)_2SO_4$  растворили в мерной колбе вместимостью 250 мл; 25,00 мл этого раствора прокипятили с концентрированной щелочью. Выделившейся при этом аммиак поглощен 40,00 мл 0,1040 н. раствора серной кислоты, а на обратное титрование израсходовано 25,00 мл 0,0970 М раствора NaOH. Вычислить массовую долю аммиака в навеске  $(NH_4)_2SO_4$ .
6. На титрование 10 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты пошло 9,80 мл раствора  $KMnO_4$ . Вычислите нормальность и титр раствора  $KMnO_4$ .
7. Для 0,1005 н. раствора  $KMnO_4$  используемого для титрования в кислой среде, найти: а) молярную концентрацию; б) титр по железу.
8. На титрование раствора щавелевой кислоты израсходовано 20,15 мл раствора перманганата калия с титром по щавелевой кислоте, равным 0,003320 г/мл. Рассчитайте массу щавелевой кислоты.
9. Навеску известняка массой 0,2041 г растворили в соляной кислоте и осадили кальций, израсходовав 50 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты. Осадок оксалата кальция отфильтровали. На титрование фильтрата израсходовали 26,50 мл 0,05 н. раствора  $KMnO_4$ . Рассчитайте массовую долю кальция в анализируемом известняке.
10. Определить титр раствора йода, если 20 мл его оттитрованы 21,55 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией 0,1 моль-экв/л.
11. Рассчитайте навеску тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ), необходимую для приготовления 250 мл раствора с концентрацией: а) 0,05 моль-экв/л; б) с  $T_{Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O} = 0,01000$  г/см<sup>3</sup>.
12. К подкисленному серной кислотой раствору иодида калия добавили 20,00 мл 0,1085 н. раствора  $KMnO_4$ . На титрование выделившегося йода пошло 23,45 мл раствора тиосульфата натрия. Вычислить молярную концентрацию раствора тиосульфата  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ .
13. Сколько железа содержалось в глине, если на титрование выделившегося после прибавления в хале анализа иодида калия идет 10,00 мл 0,05 моль-экв/л раствора тиосульфата натрия, а для анализа взята навеска массой 0,5000 г?
14. Рассчитайте нормальность тиосульфата натрия, если его титр равен 0,002484 г/мл.
15. Навеска кристаллического йода 1,2287 г, очищенного возгонкой, раствора в колбе вместимостью 250 мл. Рассчитайте нормальную концентрацию раствора и его титр по тиосульфату натрия.

16. При титровании 50 мл HCl раствором KOH с концентрацией 2 моль-экв/л были получены результаты:

Объем раствора KOH, мл	3,2	6,0	9,2	15,6	20,0	23,4
Удельная электропроводность, См·см <sup>-1</sup>	3,1	2,6	1,8	1,6	2,4	2,9

Постройте кривую титрования и вычислите нормальность соляной кислоты.

17. Определите эквивалентную электропроводность раствора электролита AgNO<sub>3</sub>, находящегося в ячейке с электродами площадью  $S = 1,8 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup> и расстоянием между ними  $l = 10^{-2}$  м, если сопротивление и концентрация раствора равны соответственно  $R = 4,7$  Ом и  $C = 0,05$  моль/л.

18. При электролизе в течение некоторого времени  $\tau = 10$  мин выделяется  $m = 0,365$  г вещества, электрохимический эквивалент которого равен  $k = 1,97$  г/А·ч. Определите силу тока.

19. Определите концентрацию исследуемого раствора, если для стандартного раствора с известной концентрацией  $C = 5 \cdot 10^{-3}$  моль/л значение предельного диффузионного тока равно  $I_d = 25$  мкА, а для исследуемого  $I_x = 50$  мкА.

20. Определите время образования одной капли ртути, если масса ртути, равна 3 мг/с, коэффициент диффузии ионов двухвалентного металла равен  $0,15 \cdot 10^{-5}$  см<sup>2</sup>·с<sup>-1</sup>, предельный ток металла  $I_d = 30$  мкА, концентрация ионов металла  $1,5 \cdot 10^{-3}$  моль/л.

21. Используя уравнение Кольрауша для водного раствора сильного электролита с известной концентрацией  $C = 0,5$  кмоль-экв/м<sup>3</sup>, определите эквивалентную электропроводность при бесконечном разведении, если эмпирическая постоянная уравнения  $a = 0,508$ , эквивалентная электропроводность равна  $\lambda = 9,9$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>2</sup>·кмоль-экв<sup>-1</sup>.

22. Какое количество электричества расходуется в ходе кулонометрического анализа, если масса вещества равна 0,25 г, а электрохимический эквивалент равен  $2 \cdot 10^{-3}$  г/А·с.

23. Пользуясь законом Фарадея, определите электрохимический эквивалент вещества, если химический эквивалент равен 8,97 г/моль-экв.

24. Чему равна концентрация ионов в массе раствора, если диффузионный ток равен 15 мкА, а коэффициент пропорциональности  $k_M$  равен  $7,5 \cdot 10^{-6}$ .

25. При полярографировании 10,0 мл раствора никотинамида получена волна высотой 38 мм. После добавления к этому раствору 1,50 мл стандартного раствора, содержащего 2,00 мг/мл никотинамида, волна увеличилась до 80,5 мм. Рассчитать содержание препарата (мг/мл) в анализируемом растворе.

26. В ходе кондуктометрического анализа была определена удельная электропроводность, равная  $1,15 \cdot 10^{-4}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>. Какова концентрация исследуемого раствора, если молярная электропроводность равна  $8,5$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>2</sup>·моль<sup>-1</sup>?

27. Построить кривую потенциометрического титрования в координатах  $\phi - V$ . Рассчитать концентрацию CaCl<sub>2</sub> в растворе (г/л), если при титровании 20,0 мл анализируемого раствора раствором Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> с концентрацией 0,0500 моль-экв/л получили:

$V_{\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2}$ , мл	10,0	15,0	17,0	17,5	17,9	18,0	18,1	18,5	19,0
$\phi$ , мВ	382	411	442	457	498	613	679	700	709

28. Определите величину предельного тока меди, если концентрация вещества равна  $4 \cdot 10^{-3}$  моль/л, коэффициент диффузии  $D = 0,9 \cdot 10^{-5}$  см<sup>2</sup>·с<sup>-1</sup>, масса ртути, вытекающая из капилляра 3 мг/с, время образования одной капли  $\tau = 4$  с.

29. Определите электрохимический эквивалент трехвалентного металла, если в процессе электролиза за 3,5 минуты выделилось 0,2752 г металла при силе тока 3 А.

30. Значения  $R_f$  при хроматографическом разделении ионов на бумаге в среде бутанола, насыщенного 2 М раствором HCl составляют: Cd – 0,6; Zn – 0,6; Bi – 0,5; Al – 0,1. Какие из ионов не могут быть четко идентифицированы из смеси: а) Zn, Al; б) Cd, Zn; в) Bi, Al?

31. Смещение зоны компонента в бумажной хроматографии равно 54 мм, а смещение фронта растворителя равно 61 мм. Чему равна хроматографическая подвижность?

32. Известно, что через колонку с катионитом пропустили 400 мл раствора кальция с концентрацией 0,06 моль-экв/л. В порциях элюата по 50 мл получили ряд значений концентраций  $C_i$ . Определите массу катионита, если его динамическая емкость равна  $1,12 \cdot 10^{-3}$  моль-экв/г.

Проба элюата	1	2	3	4	5	6
$C_i$ , моль-экв/л	0,018	0,022	0,031	0,043	0,060	0,060

33. Для количественного определения аминокислоты в анализируемом образце использовали метод тонкослойной хроматографии. Для стандартных образцов получены следующие результаты:

Концентрация аминокислоты, мкг/0,01 мл	5,0	10,0	15,0
Площадь пятна, мм <sup>2</sup>	14,1	23,6	36,2

Для построения калибровочного графика использована зависимость площади пятна от концентрации аминокислоты. Навеску массой 1,008 г растворили в мерной колбе вместимостью 100 мл. Затем 0,01 мл раствора хроматографировали методом ТСХ и получили пятно площадью 18,6 мм<sup>2</sup>. Определите массовую долю аминокислоты в анализируемой навеске.

34. Скорость потока газа-носителя гелия составляет 30 см<sup>3</sup>/мин. Определите удерживаемый объем оксида углерода СО на данной колонке, если время удерживания гелия 40 с, оксида углерода – 6 мин. Гелий на данной колонке практически не сорбируется.

35. Рассчитать массовую долю (%) компонентов газовой смеси по следующим данным, полученным методом газовой хроматографии:

Газ	S, мм <sup>2</sup>	k
Бензол	20,6	0,78
Толуол	22,9	0,79
Этилбензол	30,5	0,82
Кумол	16,7	0,84

36. Ширина основания хроматографического пика этанола составляет 20 мм. Число теоретических тарелок для этанола на данной колонке равно 2000. Скорость движения диаграммной ленты самописца 1200 мм/ч. Вычислить время удерживания этанола.

37. При определении этилового спирта методом газовой хроматографии измерили высоту пиков в зависимости от массы спирта и получили следующие данные:

m, мг	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
h, мм	18	37	48	66	83

Для 0,02 г исследуемого раствора получен пик высотой 57 мм. Вычислить массовую долю (%) этилового спирта.

38. Через колонку, заполненную катионитом массой 10 г, пропустили 250,0 мл. Выходящие из колонки порции раствора по 50,0 мл титровали 0,1 н. раствором тиосульфата натрия Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( $f_{\text{экв}} = 1$ ) и получили следующие результаты:

Порция раствора	1	2	3	4	5
Расход тиосульфата на титрование, мл	0	12,00	25,00	39,20	39,20

Вычислить динамическую емкость (ммоль/г) катионита по меди, если молярная масса эквивалента составляет  $M(1/2 \text{ Cu}^{2+})$ .

39. Ширина основания хроматографического пика азота составляет 12 мм. Расстояние на хроматограмме от момента введения пробы до середины пика азота составляет 14 см. Вычислить число теоретических тарелок в данной колонке.

*Типовой вариант зачетного билета*

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА  
Кафедра теоретической и прикладной химии

Дисциплина: Аналитическая химия  
Направление: 18.03.02

**БИЛЕТ №**

1. Основы перманганатометрии: характеристика метода, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения анализа.
2. Газовая хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газо-адсорбционной хроматографии.
3. Навеску 0,5500 г  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  растворили в 500 мл, затем отобрали 50 мл добавили 20,00 мл раствора КОН, а избыток последнего оттитровали 15,14 мл 0,1 н раствора НСl. Найти титр КОН.
4. Рассчитайте коэффициент молярного поглощения окрашенного раствора Fe с сульфосалициловой кислотой, содержащего  $4 \cdot 10^{-3}$  г/дм<sup>3</sup>  $\text{Fe}^{3+}$ , если толщина слоя 2 см, а оптическая плотность 0,56.

Одобрено на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Протокол №\_\_ .

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.И. Павленко

**5.2.2. Перечень контрольных материалов  
для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Выполнение курсового проекта/работы по дисциплине «Аналитическая химия» не предусмотрено учебным планом.

**5.3. Типовые контрольные задания (материалы)  
для текущего контроля в семестре**

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ, коллоквиумов, которые включают сдачу теоретического материала и решение задач по каждой теме. Текущий контроль изучения теоретического материала по вопросам коллоквиумов возможны экспресс-методом контроля знаний с использованием тестирования.

Выполнение контрольных работ по дисциплине «Аналитическая химия» не предусмотрено учебным планом.

1. **Вопросы для защиты лабораторных работ** приведены в конце каждой лабораторной работы в разделе контрольные вопросы и задачи для самоподготовки [Полуэктова, В. А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : практикум : учеб. пособие / В. А. Полуэктова, В.Д. Мухачева. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. – 155 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015021717334844100000659177> .

Для защиты лабораторной работы необходимо:

- а) выполнить экспериментальную часть работы, произвести обработку результатов в соответствии с требованиями, приведенными в лабораторном практикуме;
- б) подготовить ответы на контрольные вопросы и решить задачи.

Решение домашних задач является частью подготовки к сдаче практической части коллоквиумов.

### **Вопросы для защиты лабораторных работ (пример 1 – лабораторная работа)**

1. В чем сущность титриметрического анализа?
2. Что называется: а) определяемым веществом? б) реагентом?
3. Какой метод анализа используют для определения концентрации кислот и оснований? Привести уравнение реакции, отражающее химизм определения.
4. Что называется точкой эквивалентности, конечной точкой титрования?
5. Как формулируется правило пропорциональности? Какой формулой оно выражается?
6. Какие индикаторы используют в кислотно-основном титровании? Какую окраску они имеют в точке эквивалентности, в кислой и щелочной средах?
7. Как устанавливают концентрацию вещества методом пипетирования, методом отдельных навесок?
8. Как рассчитать точную навеску щелочи? Какие примеси содержит щелочь?
9. Что показывает поправочный коэффициент, в чем его смысл?
10. Приведите формулы для расчета навески по известной нормальности ( $N$ ), титру ( $T$ ),
11. Приведите формулы для расчета нормальности по правилу пропорциональности и нормальности по титру реагента  $T_B$ .
12. Что выражает титр реагента по определяемому веществу ( $T_{B/A}$ ). Приведите формулу для расчета навески и нормальности по  $T_{B/A}$ .

### **Задачи для домашнего решения (пример)**

13. Какая навеска NaOH необходима для приготовления 200 мл 0,1 моль-экв/л раствора?
14. Какова нормальность серной кислоты, если в 500 мл раствора содержится 4,9 г  $H_2SO_4$ ?
15. Чему равна нормальная концентрация 10%-ного раствора серной кислоты (плотность раствора 1,04 г/см<sup>3</sup>).
16. Нормальность раствора  $H_2SO_4$  равна 0,1 моль-экв/л. Чему равен титр этого раствора?
17. Какой объем 0,1 моль-экв/л щелочи взят на титрование, если расход хлористоводородной кислоты составил 10 мл 0,1250 моль-экв/л?
18. Чему равен поправочный коэффициент, если титр раствора NaOH равен 0,004036, а  $N_{теор} = 0,1$  моль-экв/л?

19. Рассчитайте нормальную концентрацию раствора щавелевой кислоты, приготовленного растворением 3,122 г  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  в мерной колбе вместимостью 250 мл.
20. Сколько процентов индифферентных примесей содержит образец буры, если на титрование навески его 0,5618 г затрачивается 14,6 мл 0,2 моль-экв/л раствора  $\text{HCl}$  с  $K = 0,9865$ .

**Собеседование.** Предполагает опрос студентов на каждом лабораторном занятии, с целью закрепления материала, контроля полученных знаний и выявления слабых мест в усвоении и понимании материала.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: незачет, зачет.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание основных понятий, законов, природы и сущности явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа.
Умения	Умение выполнять основные химические операции; выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и оценивать возможность каждого метода анализа; работать на аналитических установках и приборах; выполнять качественный и количественный анализ химическими или физико-химическими методами; рассчитывать концентрации растворов различных соединений; интерпретировать результаты анализа.
Навыки	Навыками и методиками проведения исследований с помощью химических и современных физико-химических методов, методами обработки результатов, получения необходимой информации для идентификации химических соединений; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.

Оценка преподавателем выставляется интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачет	зачет
Знание основных понятий, законов, природы и сущности явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа; основные положения, лежащие в основе выбора метода	Не знает основных понятий, законов, природы и сущности явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа; основные положения, лежа-	Знает основные понятия, законы природы и сущности явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа., но допускает неточности формулировок, может корректно или допуская неточности сформулировать их самостоятельно

анализа и схемы анализа.	щие в основе выбора метода анализа и схемы анализа.	
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме или обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, допустимы неполные ответы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя, допустимо изложение знаний с некоторым нарушениями в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими примерами	Применяет знания к решению различных проблем в смежных областях химии и химической технологии, раскрывая полноту усвоенных знаний. Приводит поясняющие примеры, возможно с ошибками
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и точно излагает знания, самостоятельно и в полном объеме выполняет анализ и оценку полученных знаний. Допустимы неточности в изложении и интерпретации знаний.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачет	зачет
Умение выполнять основные химические операции; выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и оценивать возможность каждого метода анализа; работать на аналитических установках и приборах; выполнять качественный и количественный анализ химическими или физико-химическими методами; рассчитывать концентрации растворов различных соединений; интерпретировать результаты анализа.	Не умеет выполнять основные химические операции; не умеет выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и оценивать возможность каждого метода анализа; работать на аналитических установках и приборах; выполнять качественный и количественный анализ химическими или физико-химическими методами; рассчитывать концентрации растворов различных соединений; интерпретировать результаты анализа.	Умеет частично выполнять основные химические операции; выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и оценивать возможность каждого метода анализа; работать на аналитических установках и приборах; выполнять качественный и количественный анализ химическими или физико-химическими методами; рассчитывать концентрации растворов различных соединений; интерпретировать результаты анализа, возможно допускает неточности.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	незачет	зачет
Владеть навыками и методиками проведения исследований с помощью химических и современных физико-химических методов, методами обработки результатов, получения необходимой информации для идентификации химических соединений; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.	Не владеет навыками и методиками проведения исследований с помощью химических и современных физико-химических методов, либо не владеет методами обработки результатов, либо методами получения необходимой информации для идентификации химических соединений; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.	Владеет навыками и методиками проведения исследований с помощью химических и современных физико-химических методов, методами обработки результатов, получения необходимой информации для идентификации химических соединений; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов. Допустимо не в полном объеме.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, промежуточной аттестации и самостоятельной работы УК 2 № 327,325	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
2.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3.	Учебные лаборатории УК2 №308 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации	Специализированная мебель. водяные и песчаные бани, электроплитки; аналитические весы марок ВЛКТ-500, ВЛП-200, ВЛА-200, электронные химико-аналитические весы ВК-600; сушильные шкафы СНОЛ; муфельная печь; термокамера ЛУ; центрифуга ЦЛМ; дистиллятор АЭ-15. фотоэлектроколориметры КФК-2М, КФК-3М, ФЭК-56М; анализатор «ЭКОТЕСТ-01»; аквадистиллятор АДЭ-15; спектрофотометр; мост переменного тока; потенциометр ИВ-79; ПЭВМ Р-133; центрифуги ЛЗ-418, ЦЛС-31М; шкаф сушильный LF-404; электролизеры лабораторные ЕР-4; весы ВЛКТ-500; иономеры ЭВ-76; иономеры И-500; рН-метры рН-150М; рефрактометр ИРВ-454БМ. Имеются компьютеры и соответствующее программное обеспечение для сопровождения эксперимента и ведения сложных расчетов, а также для экспресс-контроля входных знаний и умений работы с соответствующим оборудованием.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до

		19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

#### 6.3.1. Перечень основной литературы

1. Полуэктова, В. А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. пособие / В. А. Полуэктова, В.Д. Мухачева. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. – 191 с. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016020515364147900000651060> .
2. Полуэктова, В. А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : практикум : учеб. пособие / В. А. Полуэктова, В.Д. Мухачева. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. – 155 с. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015021717334844100000659177> .

#### 6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: Учеб. пособие / И. В. Тикунова, Н. В. Дробницкая, А. И. Артеменко и др. М.: Высш. Шк., 2009. – 413 с.
2. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа. – М.: Дрофа, 2007.
3. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.2. Физико-химические методы анализа. – М.: Дрофа, 2005.
4. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова. – М.: Дрофа, 2003.
5. Poluektova, V. A. Analytical chemistry and phisycal-chemical methods of analysis : учебное пособие / Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.
6. Слюсарь, А. А Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Ч. 2. Физико-химические методы анализа: Учеб. пособие / О. А. Слюсарь, В. А. Полуэктова – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 150 с.
7. Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. – М.: Дашков и К, 2015. –199 с. <http://www.iprbookshop.ru/10905>.
8. Трифонова, А. Н. Аналитическая химия: учебное пособие / А. Н. Трифонова, Мельситова И.В. М.: Вышэйшая школа, 2013. – 161 с. <http://www.iprbookshop.ru/24051>.
9. Кукина, О.Б. Аналитическая химия: учебное пособие / О. Б. Кукина, О. В. Слепцова, Е. А. Хорохордина, О. Б. Рудаков В.: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.– 162 с. <http://www.iprbookshop.ru/30833>.

### 6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных,

## информационно-справочных систем

1. Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова <http://ntb.bstu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Каталог ссылок на файлы с электронными книгами <http://www.y10k.ru/books/>
4. Российский химико-аналитический портал <http://www.anchem.ru/literature/>
5. Портал Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.su/rus>
6. Электронные химические библиотеки <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
7. Российский научный журнал «Успехи химии» <http://www.uspkhim.ru/>