

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ
Директор института ХТИ
В.И. Павленко

« 17 » мая 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

«Физико-химические методы анализа»

направление подготовки:

18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики»

Направленность программы (специализация):

**Ядерная и радиационная безопасность на объектах
использования ядерной энергетики**

Квалификация (степень)

Инженер

Форма обучения

очная


Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Теоретической и прикладной химии

Белгород – 2018

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики» (уровень специалитета) утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» октября 2016 г. №1291;
- Плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова по направлению подготовки (специальности) 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», профиль (специализация) 18.05.02-06 Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергетики, введенного в действие в 2018 году.

Составитель: к.т.н., доцент  В.А. Полуэктова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

«Теоретическая и прикладная химия»

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  В.И. Павленко

« 14 » мая 2018 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2018 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  В.И. Павленко

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2018 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  Л.А. Порожнюк

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-2	Способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализа полученных при его проведении результатов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, законы, природу и сущность явлений, лежащих в основе физико-химических методов анализа; специфичность аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах анализа; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять основные химические операции; выбирать метод анализа для заданной научной и технологической задачи, позволяющие получить наиболее полную информацию, работать на аналитических установках и приборах; проводить качественный и количественный анализ физико-химическими методами на основе измерения величины аналитического сигнала; интерпретировать результаты анализа и оформить их с учетом метрологических характеристик. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками проведения исследований с помощью современных физикохимических методов, методами обработки результатов, получения необходимой информации для идентификации химических соединений; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Органическая химия
5	Аналитическая химия
6	Физическая и коллоидная химия

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Общая химическая технология
2	Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики
3	Основы научных исследований

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	-	-
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	129	129
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графич. задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	9
	84	84
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)		36 (Экзамен)

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. 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. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС), атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС), люминесценция.	6	-	9	22
2. Современные спектроскопические и другие методы анализа.					
	Основы ИК-спектроскопии, ЯМР-спектроскопии, рефрактометрии, термического анализа, РСА	5	-	9	20
3. Хроматографические методы анализа.					
	Классификация хроматографических методов анализа Сущность разделения веществ в хроматографии. Сущность явлений в абсорбционной газовой, газо-жидкостной, жидкостной хроматографии, особенности высокоэффективной жидкостной хроматографии. Основы бумажной, тонкослойной, хроматографии. Сущность ионообменной хроматографии.	3	-	8	22
4. Электрохимические методы анализа.					
	Классификация электрохимических методов анализа. Сущность потенциометрических методов	3	-	8	20

анализа. Основы амперометрических методов анализа. Амперометрическое титрование. Сущность вольтамперометрических методов анализа. Основы кондуктометрических методов анализа. Сущность кулонометрических методов анализа.				
ИТОГО:	17	-	34	84

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий (учебным планом не предусмотрены)

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №5				
1	Введение в спектроскопию. Оптические методы анализа	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 Определение концентрации хлорид-ионов турбидиметрическим методом	9	22
2	Современные спектроскопические и другие методы анализа.	Определение органических соединений методом инфракрасной спектроскопии Определение органических соединений методом спектроскопии ядерного магнитного резонанса Рентгеноструктурный анализ минеральных веществ Дифференциально-термический анализ Определение состава бинарного раствора рефрактометрическим методом	9	20
3	Хроматографические методы анализа.	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	8	22
4	Электрохимические методы анализа	Кондуктометрическое определение содержания растворимых солей в	8	20

	строительных материалах		
	Определение концентрации кислоты методом кулонометрии при постоянном токе		
ИТОГО:		34	84

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень типовых вопросов (типовых заданий) Задания для проведения текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	2	3
5 семестр		
1	Введение в спектроскопию. Оптические методы анализа.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спектр и его характеристики. Энергетические диаграммы. Взаимодействия вещества с электромагнитным излучением (ЭМИ). 2. Диапазоны ЭМИ и их характеристика. Оптическая область спектра. 3. Спектроскопия, методы спектроскопии, атомные и молекулярные спектры. 4. Оптическая спектроскопия. Основные законы светопоглощения. 5. Основные приемы количественного анализа, используемые в спектроскопии. 6. Спектрофотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера, молярный коэффициент поглощения. Отклонения от закона БЛБ. 7. Аппаратура и техника выполнения спектрометрического анализа. Качественный и количественный анализ. Достоинства и недостатки. 8. Нефелометрический и турбидиметрический анализ. Законы рассеивания света. 9. Атомно-абсорбционный спектральный анализ (ААС). Стадии анализа, термическая подготовка пробы. Закон БЛБ в ААС. 10. Атомно-эмиссионный спектральный анализ (АЭС). Уравнение Ломакина-Шайбе. Источники возбуждения в АЭС 11. Эмиссионная фотомерия пламени. Теоретические основы метода. Аппаратура и техника выполнения. 12. Люминесцентный метод. Типы и виды люминесцентции. 13. Люминофоры. Блок-схема спектрофлуориметра. 14. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Флуориметрия и фосфориметрия. Достоинства и недостатки.
2	Современные спектроскопические и другие методы анализа.	<ol style="list-style-type: none"> 15. ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. Аппаратура и техника выполнения. 16. ИК-спектроскопия. Качественный и количественный анализ. 17. ИК-спектры, принципы их расшифровки. Достоинства и недостатки ИК-спектроскопии. 18. ЯМР- спектроскопия. Теоретические основы метода ЯМР. 19. Устройство спектрометра. Достоинства и недостатки ЯМР-

		20. Основные характеристики и принципы расшифровки спектров ПМР.
3	Хроматографические методы анализа.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теоретические основы хроматографических методов анализа. Классификация хроматографических методов анализа. 2. Элюентная, фронтальная и вытеснительная хроматография: кривые выхода веществ при анализе. 3. Газовая хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газо-адсорбционной и газожидкостной хроматографии. 4. Жидкостная хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газожидкостной. 5. Ионообменная хроматография, классификация ионитов, схема ионного хроматографа. 6. Распределительная хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газожидкостной и жидкостно-жидкостной хроматографии. 7. Адсорбционная хроматография. Виды адсорбционной хроматографии. 8. Хроматограммы, основные характеристики. 9. Качественный и количественный анализ в колоночной хроматографии. 10. Плоскостная хроматография, её виды. Тонкослойная и бумажная хроматография. Хроматографическая подвижность.
4	Электрохимические методы анализа.	<ol style="list-style-type: none"> 11. Сущность и классификация электрохимических методов анализа. Аналитический сигнал. 12. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Схема потенциометрической установки. Виды электродов. 13. Теоретические основы потенциометрического анализа. Виды потенциометрии. Потенциометрическое титрование. 14. Вольтамперометрия. Виды вольтамперометрии. Амперометрическое титрование. 15. Принципы полярографии. Общий вид полярограммы. Полярографическая волна. 16. Качественный и количественный полярографический анализ. Уравнение Ильковича. 17. Основы кулонометрии. Законы Фарадея. 18. Виды кулонометрии. Аппаратура и техника выполнения анализа. 19. Кондуктометрический анализ, виды кондуктометрии.

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации
5 семестр, экзамен
Теоретические вопросы**

1. Спектр и его характеристики. Энергетические диаграммы. Взаимодействия вещества с электромагнитным излучением (ЭМИ).
2. Диапазоны ЭМИ и их характеристика. Оптическая область спектра.
3. Спектроскопия, методы спектроскопии, атомные и молекулярные спектры.
4. Оптическая спектроскопия. Основные законы светопоглощения.
5. Основные приемы количественного анализа, используемые в спектроскопии.
6. Спектрофотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера, молярный коэффициент поглощения. Отклонения от закона БЛБ.

7. Аппаратура и техника выполнения спектрометрического анализа. Качественный и количественный анализ. Достоинства и недостатки.
8. Нефелометрический и турбидиметрический анализ. Законы рассеивания света.
9. Атомно-абсорбционный спектральный анализ (ААС). Стадии анализа, термическая подготовка пробы. Закон БЛБ в ААС.
10. Атомно-эмиссионный спектральный анализ (АЭС). Уравнение Ломакина-Шайбе. Источники возбуждения в АЭС
11. Эмиссионная фотометрия пламени. Теоретические основы метода. Аппаратура и техника выполнения.
12. Люминесцентный метод. Типы и виды люминесценции.
13. Люминофоры. Блок-схема спектрофлуориметра.
14. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Флуориметрия и фосфориметрия. Достоинства и недостатки.
15. ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. Аппаратура и техника выполнения.
16. ИК-спектроскопия. Качественный и количественный анализ.
17. ИК-спектры, принципы их расшифровки. Достоинства и недостатки ИК-спектроскопии.
18. ЯМР- спектроскопия. Теоретические основы метода ЯМР.
19. Устройство спектрометра. Достоинства и недостатки ЯМР-спектроскопии.
20. Основные характеристики и принципы расшифровки спектров ПМР.
21. Теоретические основы хроматографических методов анализа. Классификация хроматографических методов анализа.
22. Элюентная, фронтальная и вытеснительная хроматография: кривые выхода веществ при анализе.
23. Газовая хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газо-адсорбционной и газожидкостной хроматографии.
24. Жидкостная хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газожидкостной.
25. Ионообменная хроматография, классификация ионитов, схема ионного хроматографа.
26. Распределительная хроматография, ее виды. Принципы и характеристики газожидкостной и жидкостно-жидкостной хроматографии.
27. Адсорбционная хроматография. Виды адсорбционной хроматографии.
28. Хроматограммы, основные характеристики.
29. Качественный и количественный анализ в колоночной хроматографии.
30. Плоскостная хроматография, её виды. Тонкослойная и бумажная хроматография. Хроматографическая подвижность.
31. Сущность и классификация электрохимических методов анализа. Аналитический сигнал.
32. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Схема потенциометрической установки. Виды электродов.
33. Теоретические основы потенциометрического анализа. Виды потенциометрии. Потенциометрическое титрование.
34. Вольтамперометрия. Виды вольтамперометрии. Амперометрическое титрование.
35. Принципы полярографии. Общий вид полярограммы. Полярографическая волна.
36. Качественный и количественный полярографический анализ. Уравнение Ильковича.
37. Основы кулонометрии. Законы Фарадея.
38. Виды кулонометрии. Аппаратура и техника выполнения анализа.
39. Кондуктометрический анализ, виды кондуктометрии.
40. Кондуктометрическое титрование, виды кривых кондуктометрического титрования.

Практические вопросы

1. 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, $\text{См}\cdot\text{см}^{-1}$	3,1	2,6	1,8	1,6	2,4	2,9
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Постройте кривую титрования и вычислите нормальность соляной кислоты.

- Определите эквивалентную электропроводность раствора электролита AgNO_3 , находящегося в ячейке с электродами площадью $S = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ и расстоянием между ними $l = 10^{-2} \text{ м}$, если сопротивление и концентрация раствора равны соответственно $R = 4,7 \text{ Ом}$ и $C = 0,05 \text{ моль/л}$.
- При электролизе в течение некоторого времени $\tau = 10 \text{ мин}$ выделяется $m = 0,365 \text{ г}$ вещества, электрохимический эквивалент которого равен $k = 1,97 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$. Определите силу тока.
- Определите концентрацию исследуемого раствора, если для стандартного раствора с известной концентрацией $C = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$ значение предельного диффузионного тока равно $I_d = 25 \text{ мкА}$, а для исследуемого $I_x = 50 \text{ мкА}$.
- Определите время образования одной капли ртути, если масса ртути, равна 3 мг/с , коэффициент диффузии ионов двухвалентного металла равен $0,15 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, предельный ток металла $I_d = 30 \text{ мкА}$, концентрация ионов металла $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$.
- Используя уравнение Кольрауша для водного раствора сильного электролита с известной концентрацией $C = 0,5 \text{ кмоль}\cdot\text{экв/м}^3$, определите эквивалентную электропроводность при бесконечном разведении, если эмпирическая постоянная уравнения $a = 0,508$, эквивалентная электропроводность равна $\lambda = 9,9 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{жмоль}\cdot\text{экв}^{-1}$.
- Какое количество электричества расходуется в ходе кулонометрического анализа, если масса вещества равна $0,25 \text{ г}$, а электрохимический эквивалент равен $2 \cdot 10^{-3} \text{ г/А}\cdot\text{с}$.
- Пользуясь законом Фарадея, определите электрохимический эквивалент вещества, если химический эквивалент равен $8,97 \text{ г/моль}\cdot\text{экв}$.
- Чему равна концентрация ионов в массе раствора, если диффузионный ток равен 15 мкА , а коэффициент пропорциональности k_M равен $7,5 \cdot 10^{-6}$.
- При полярографировании $10,0 \text{ мл}$ раствора никотинамида получена волна высотой 38 мм . После добавления к этому раствору $1,50 \text{ мл}$ стандартного раствора, содержащего $2,00 \text{ мг/мл}$ никотинамида, волна увеличилась до $80,5 \text{ мм}$. Рассчитать содержание препарата (мг/мл) в анализируемом растворе.
- В ходе кондуктометрического анализа была определена удельная электропроводность, равная $1,15 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Какова концентрация исследуемого раствора, если молярная электропроводность равна $8,5 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$?
- Построить кривую потенциометрического титрования в координатах $\phi - V$. Рассчитать концентрацию CaCl_2 в растворе (г/л), если при титровании $20,0 \text{ мл}$ анализируемого раствора раствором $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ с концентрацией $0,0500 \text{ моль}\cdot\text{экв/л}$ получили:

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

- Определите величину предельного тока меди, если концентрация вещества равна $4 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$, коэффициент диффузии $D = 0,9 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, масса ртути, вытекающая из капилляра 3 мг/с , время образования одной капли $\tau = 4 \text{ с}$.
- Определите константу диссоциации $0,0218 \text{ моль}\cdot\text{экв/л}$ раствора NH_4OH , если удельная электропроводность раствора равна $2,04 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$, а эквивалентная электропроводность при бесконечном разведении λ_∞ равна $281 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{моль}\cdot\text{экв}^{-1} \cdot \text{см}^2$.
- Определите электрохимический эквивалент трехвалентного металла, если в процессе электролиза за $3,5 \text{ минуты}$ выделилось $0,2752 \text{ г}$ металла при силе тока 3 А .
- Значения R_f при хроматографическом разделении ионов на бумаге в среде бутанола, насыщенного 2 М раствором HCl составляют: $\text{Cd} - 0,6$; $\text{Zn} - 0,6$; $\text{Bi} - 0,5$; $\text{Al} - 0,1$. Какие из ионов не могут быть четко идентифицированы из смеси: а) Zn, Al ; б) Cd, Zn ; в) Bi, Al ?
- Смещение зоны компонента в бумажной хроматографии равно 54 мм , а смещение фронта растворителя равно 61 мм . Чему равна хроматографическая подвижность?

18. 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

19. 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 ²	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 мм². Определите массовую долю аминокислоты в анализируемой навеске.

20. Скорость потока газа-носителя гелия составляет 30 см³/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.
21. Рассчитать массовую долю (%) компонентов газовой смеси по следующим данным, полученным методом газовой хроматографии:

Газ	S, мм ²	κ
Бензол	20,6	0,78
Толуол	22,9	0,79
Этилбензол	30,5	0,82
Кумол	16,7	0,84

22. 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.
23. 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.

24. 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 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($f_{\text{экв}} = 1$) 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 $M(1/2 \text{ Cu}^{2+})$.

25. 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.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Курсовые проекты и курсовые работы при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

В соответствии с учебным планом выдается индивидуальное домашнее задание по варианту.

5.4. Перечень контрольных работ

Контрольные работы не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. 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.
2. Полуэктова, В. А. Лабораторный практикум по качественному и количественному анализу : учеб. пособие / В. А. Полуэктова, Л. В. Денисова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 263 с.
3. 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.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа. - М.: Дрофа, 2007.
2. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.2. Физико-химические методы анализа. - М.: Дрофа, 2005.
3. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова. - М.: Дрофа, 2003.
4. Poluektova, V. A. Analytical chemistry and physycal-chemical methods of analysis : учебное пособие / Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.
5. 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.
6. 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>.

7. Трифонова, А. Н. Аналитическая химия: учебное пособие / А. Н. Трифонова, Мельситова И.В. М.: Вышэйшая школа, 2013. - 161 с. <http://www.iprbookshop.ru/24051>.
8. Кукина, О.Б. Аналитическая химия: учебное пособие / О. Б. Кукина, О. В. Слепцова, Е. А. Хорохордина, О. Б. Рудаков В.: Воронежский государственный архитектурностроительный университет, ЭБС АСВ, 2014.- 162 с. <http://www.iprbookshop.ru/30833>.

6.3. Перечень интернет ресурсов

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/>

6.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Microsoft Windows 7 and Windows Server 2008 R2 Service Pack, договор № №63-14к от 02.07.2014.
2. Microsoft Office Professional 2013, договор № 31401445414 от 25.09.2014
3. Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows, лицензия № 17E0170707130320867250
4. GoogleChrome Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
5. MozillaFirefox Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия специально оборудованных кабинетов и лабораторий.

Организация лекционных занятий проводится на базе специализированной аудитории 325ЛК, оснащенной компьютеризированным комплексом рабочего места преподавателя, презентационной техникой, имеется комплект электронных презентаций.

Лабораторные занятия ведутся в специализированной учебной лаборатории 308 кафедры теоретической и прикладной химии, оборудованной в соответствии с требованиями, предъявляемыми к учебным химическим лабораториям. В лабораториях имеются необходимые химическая посуда и химреактивы, приборы и оборудование:

- в лаборатории физико-химических методов анализа 308 ЛК имеются 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.
- имеется компьютерный класс 327ЛК и соответствующее программное обеспечение для экспресс-контроля теоретических знаний в форме тестирования.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

В настоящее время аналитическая химия пользуется многочисленными и разнообразными методами анализа. После изучения дисциплины студент должен знать природу и сущность явлений, процессов, лежащих в основе физико-химических методов анализа; специфичность

аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах анализа; основные положения учета погрешностей на всех стадиях выполнения анализа и расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа.

После изучения дисциплины студент должен уметь 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 физико-химическими методами; строить кривые титрования; проводить статистическую обработку результатов аналитических определений; интерпретировать результаты анализа.

После изучения дисциплины студент должен владеть методиками проведения исследований с помощью современных физико-химических методов; методами обработки результатов, необходимых для идентификации химических соединений; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.

Исходный этап изучения курса «Физико-химические методы анализа» предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, периодического тестирования, решений задач. К выполнению лабораторных работ допускаются после получения допуска к работе. К защите каждой работы студент решает задачи по соответствующей теме и изучает теоретический материал. Защита проходит в форме устной беседы. Формой промежуточного контроля 5 семестра является экзамен.

Для изучения физико-химических методов анализа необходимы достаточно глубокие знания по математике, физике, органической, аналитической, физической химии. Для лучшего понимания сущности проведения физико-химических методов анализа рекомендуется использование видеоматериалов. Изучение предмета необходимо начинать с усвоения материала лекций. Изучать материал следует в тот же день, повторив записанное во время лекций и дополнив его материалом из соответствующей учебной литературы.

Введение в спектроскопию. Оптические методы анализа.

Данный раздел посвящен введению в инструментальные методы анализа и рассмотрению существующей классификации. При изучении данного раздела необходимо четко представлять, какие законы лежат в основе методов анализа. В лекционном материале дается введение в спектроскопию: рассматриваются характеристики спектра, сущность взаимодействия вещества с электромагнитным излучением, диапазоны ЭМИ и их характеристика. Оптическая область спектра. Даются основы атомной и молекулярной спектроскопии. Рассматривается оптическая спектроскопия, основные законы светопоглощения, основные приемы количественного анализа, используемые в спектроскопии, аппаратура и техника выполнения спектрометрического анализа, качественный и количественный анализ. Нефелометрический и турбидиметрический анализ. Законы рассеивания света. Атомно-абсорбционный спектральный анализ (ААС). Стадии анализа, термическая подготовка пробы. Закон БЛБ в ААС. Атомноэмиссионный спектральный анализ (АЭС). Уравнение Ломакина-Шайбе. Источники возбуждения в АЭС. Эмиссионная фотометрия пламени. Люминесцентный метод. Типы и виды люминесценции. Люминофоры. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Флуориметрия и фосфориметрия. Достоинства и недостатки методов.

Современные спектроскопические и Другие методы анализа. В данном разделе изучаются основы ИК-спектроскопии, принцип действия ИК-спектрометра, качественный и количественный анализ в ИК-спектроскопии, расшифровка структуры соединений методом ИК-спектроскопии, фурье-спектроскопия и ее особенности. Изучаются теоретические основы ЯМР-спектроскопии, принципы и условия ЯМР, химический сдвиг сигналов ЯМР, спин-спиновое взаимодействие и мультиплетность сигналов, принцип действия ЯМР-спектрометра, качественный и количественный анализ ЯМР. Протонный магнитный резонанс (ПМР). Основы рефрактометрии, на каких свойствах света основан метод рефрактометрического анализа, от каких факторов зависит величина показателя преломления, рефрактометрический анализ двойных смесей. Основы

термического анализа, принципы дифференциально-термического анализа, почему необходим ДТА и почему нельзя воспользоваться прямой записью температуры, определение тепловых эффектов методов ДТА, принципы термогравиметрического анализа (ТГА). Теоретические основы рентгеноструктурного анализа, явление дифракции. Формула Вульфа-Брэгга, основные методы рентгеноструктурного анализа (метод Лауэ, метод вращения монокристалла, метод порошка).

Хроматографические методы анализа. В данном разделе рассматриваются теоретические основы хроматографических методов анализа, классификация хроматографических методов анализа, элюентная, фронтальная и вытеснительная хроматография, кривые выхода веществ при анализе, газовая хроматография, ее виды, жидкостная хроматография, ее виды, принципы и характеристики газожидкостной, ионообменная хроматография, классификация ионитов, схема ионного хроматографа, распределительная хроматография, ее виды. Адсорбционная хроматография. Виды адсорбционной хроматографии. Хроматограммы, основные характеристики. Качественный и количественный анализ в колоночной хроматографии. Плоскостная хроматография, её виды. Тонкослойная и бумажная хроматография. Хроматографическая подвижность.

Электрохимические методы анализа. Данный раздел посвящен изучению сущности и классификации электрохимических методов анализа. Изучаются следующие методы: потенциометрия, схема потенциметрической установки. Теоретические основы потенциметрического анализа. Виды потенциометрии. Потенциметрическое титрование. Вольтамперометрия. Виды вольтамперометрии. Амперометрическое титрование. Принципы полярографии. Общий вид полярограммы. Полярографическая волна. Качественный и количественный полярографический анализ. Уравнение Ильковича. Основы кулонометрии. Законы Фарадея. Виды кулонометрии. Аппаратура и техника выполнения анализа. Кондуктометрический анализ, виды кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование, виды кривых кондуктометрического титрования.

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год

Протокол № 15 заседания кафедры от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ТиПХ, д.т.н, профессор  Павленко В.И.

Директор ХТИ  Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2020/2021 учебный год без изменений.

Протокол № 9 заседания кафедры ТиПХ от «14» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой ТиПХ
д.т.н, профессор



Павленко В.И.

Директор института



Павленко В.И.