

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 (ВлГУ)



А.А.Панфилов

« 05 » 02 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии

Направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии  
 Программа подготовки мембранная технология

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед. час	Лекции. час	Лабораторные. час	СРС. час.	Форма промежуточного контроля экс. зачет
1	4 144	18	18	72	Экзамен (36)
<i>Итого</i>	4 144	18	18	72	Экзамен (36)

Владимир 20 15 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обучение студентов современным теоретическим и экспериментальным методам исследования в химии: молекулярно-абсорбционная спектроскопия, атомно-абсорбционная спектроскопия, методы ядерно-магнитного резонанса и хроматографические методы исследования веществ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии» относится к вариативной части учебного плана дисциплин по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (квалификация «магистр»), информационно и логически связана со следующими дисциплинами:

- неорганическая химия (свойства неорганических веществ и химических элементов);
- органическая химия (свойства органических веществ, органические реагенты, комплексы неорганических веществ с органическими лигандами);
- физическая химия (электрохимия, полярография, кулонометрия, потенциометрия, сорбционные процессы);
- физика (оптика, атомная спектроскопия, электричество);
- математика (методы математической статистики).

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- знать основы аналитической химии;
- уметь применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с применением информационных баз данных;
- владеть навыками химического эксперимента, основными аналитическими методами исследования химических веществ и материалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями: способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК-3); способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты (ПК-3).

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№	Разделы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)		
				Лекции	Консультации	Семинары	Практические	Лабораторные	Контрольные	СРС			КП/КР	
1.	Молекулярно-абсорбционная спектроскопия	1	1-6	6			6				20		2/17	

2.	Методы хромато-масс-спектромерии	1	7-10	4			4			20		4/50	Рейтинг-контроль №1
3.	Методы ВЭЖХ в исследовании. тандемная ВЭЖХ	1	11-14	4			4			10		4/50	Рейтинг-контроль №2
4.	ЯМР-спектроскопия	1	15-18	4			4			22		4/50	Рейтинг-контроль №3
<b>Всего</b>		1	18	18			18			72		14/39	<i>Экз. (36)</i>

### Разделы дисциплины

#### 1. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия

**Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).** Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Функциональный анализ по колебательным и электронным спектрам. Связь оптической плотности с концентрацией. Основной закон светопоглощения. Основные причины отклонения от закона (инструментальные и физико-химические). Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения.

Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты: требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Применение метода для исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, процессов агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения метода.

**Молекулярная люминесцентная спектроскопия.** Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.), механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии Левшина. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Сравнение возможностей молекулярной абсорбционной и люминесцентной спектроскопии при определении неорганических соединений. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений.

**ИК-спектроскопия.** Колебательно-вращательные спектры поглощения. Область отпечатков пальцев. Структурно-групповой анализ. Ближняя ИК-область в идентификации веществ.

#### 2. Хроматографические методы анализа

Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные параметры хроматограммы. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса. Качественный и количественный хроматографический анализ.

**Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография.** Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

**Жидкостная хроматография.** Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.

**Адсорбционная жидкостная хроматография.** Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

**Ионообменная хроматография.** Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

**Хромато-масс-спектрометрия.** Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода. Детекторы, тандемная масс-спектрометрия. Масс-спектрометры. Масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ: элементный и изотопный анализ.

### 3. ЯМР- спектроскопия

**Резонансные методы – ЭПР, ЯМР.** Основы методов. Структурно-групповой анализ и идентификация веществ. Использование метода ЯМР для установления региона происхождения продуктов животного и растительного происхождения.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении теоретического курса используются методы ИТ - применение компьютеров для доступа к интернет-ресурсам, использование обучающих программ для расширения информационного поля, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации её в знание.

Преподнесение теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

При освоении практических занятий студентам предлагается индивидуальная работа, где каждый получает своё задание.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### *Рейтинг-контроль №1*

1. Поясните следующие термины: стационарное состояние, энергетические уровни, основное (нормальное) состояние, возбужденное состояние, поглощение, испускание, фотон, длина волны, частота, волновое число, спектральная линия, интенсивность спектральной линии, заселенность энергетических уровней, спектр поглощения, спектр испускания.

2. Объясните происхождение спектров испускания (эмиссионные) и поглощения (абсорбционные) атомов, молекул, ионов, ядер с позиций квантовой теории.

3. Какими величинами характеризуются линии или полосы, наблюдаемые в спектрах испускания или поглощения?

4. Какие типы переходов в молекуле вызываются поглощением а) ультрафиолетового, б) видимого, в) инфракрасного излучения?

5. Какой области спектра соответствует излучение с длиной волны а) 703 нм, б) 11,5 см, в) 3,68 мкм, г)  $9,25 \text{ \AA}$ ? Каким энергетическим переходам оно отвечает? Какие методы анализа основаны на этих переходах?

6. Какие энергетические уровни и переходы изучают в а) атомной спектроскопии, б) молекулярной спектроскопии, в) ядерной спектроскопии?

7. Для каких систем характерно появление а) линейчатых спектров, а) полосатых спектров?

8. Какой интервал длин волн отвечает оптическому спектральному диапазону?

9. Какие из указанных частиц имеют в спектре линии, а какие полосы:  $\text{K}^+$ , Na, CO, Ag,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{CH}_3$ ?

10. Рассчитайте частоту (Гц) и волновое число  $\nu$  ( $\text{см}^{-1}$ ), соответствующие каждой из перечисленных ниже длин волн электромагнитного излучения: 1) 400 нм, 2)  $17 \text{ \AA}$ , 3) 0,030 см, 4)  $1,3 \cdot 10^{-7}$ , 5) 6,1 мкм.

11. Рассчитайте длину волны (нм) и волновое число ( $\text{см}^{-1}$ ) для каждой из перечисленных ниже частот электромагнитного излучения (Гц): 1)  $1,97 \cdot 10^9$ , 2)  $4,75 \cdot 10^{13}$ , 3)  $6,23 \cdot 10^{15}$ , 4)  $9,56 \cdot 10^{19}$ .

12. Согласно определению 13-й Генеральной конференции по мерам и весам 1 секунда равна  $9\ 192\ 631\ 770$  периодам излучения, соответствующего энергетическому переходу между двумя сверхтонкими уровнями изотопа  $^{137}\text{Cs}$ . Рассчитайте частоту (Гц), волновое число ( $\text{см}^{-1}$ ) и длину волны (нм, мкм) этого перехода.

13. Найдите волновые числа, отвечающие энергиям переходов: а)  $100 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1}$ , б) 1 эВ, в) 1 ккал  $\cdot \text{моль}^{-1}$ .

15. Вычислите длину волны излучения, поглощаемого молекулой, если энергия молекулярного перехода в расчете на 1 моль равна: а) 0,001 ккал; б) 1 ккал; в) 30 ккал; г)

100 ккал. Каким спектральным диапазонам отвечают эти длины волн?

16. В каких областях спектра будут находиться спектральные линии, отвечающие энергиям (кДж.моль): а) 200-800; б) 10-20; в) 0.01-0.1?

17. Люминесцирующий экран поглощает ультрафиолетовое излучение с длиной волны 280 нм и светит зеленым светом с длиной волны 508 нм. Какую энергию каждый фотон передает люминесцирующему веществу?

18. При излучении фотона полная энергия атома водорода изменилась на 2,56 эВ. Какова длина волны излучаемого света?

19. При облучении паров ртути электронами энергия атома ртути увеличилась на 4,9 эВ. Какова длина волны излучения атома ртути при переходе в невозбужденное состояние?

20. Какие электронные переходы называют резонансными? Почему при определении элементов методом фотометрии пламени используют резонансные линии, соответствующие переходам с первого возбужденного уровня?

21. Почему для качественных аналитических определений рекомендуют использовать дуговой разряд, а для количественных - искровой?

22. При каком способе генерации (пламя, дуга постоянного тока, искра) спектральные линии будут шире?

23. Пригодна ли дуга постоянного тока или высоковольтная искра в качестве непламенного атомизатора в атомно-абсорбционной спектрометрии? Ответ мотивируйте.

24. Какой из методов пригоден для проведения полного качественного анализа: атомно-эмиссионный или атомно-абсорбционный?

25. Какие факторы влияют на степень атомизации вещества в пламени?

26. Какой процент атомов определяемого элемента участвует в формировании аналитического сигнала а) в пламенной эмиссионной спектрометрии, б) в атомно-абсорбционной спектрометрии в пламени?

27. Как увеличить диссоциацию оксидов и гидроксидов металлов, образующихся в пламени?

28. Как влияет ионизация атомов в пламени на результаты определения элемента а) атомно-эмиссионным методом, б) атомно-абсорбционным методом? Какими приемами можно подавить ионизацию атомов?

29. Что такое ионизационный буфер?

30. Как влияет присутствие солей Al в растворе на определение Ca и Sr эмиссионно-фотометрическим методом?

31. Какие горючие смеси используют для определения щелочных и щелочно-земельных элементов методом эмиссионной фотометрии пламени?

32. Какой из двух методов: пламенно-эмиссионный или атомно-абсорбционный предпочтителен при определении K, Ba, Be, Ti, V?

33. Почему при определении Pb и Zn предпочтителен пламенный атомно-абсорбционный метод, а не пламенный атомно-эмиссионный метод?

34. Что такое внутренний стандарт? Для чего его используют?

35. Каким требованиям должна удовлетворять гомологическая пара линий?

36. Рассчитайте коэффициент атомного поглощения цинка, если при его концентрации в растворе  $1 \cdot 10^{-4}$  г/мл значение оптической плотности 0,512 (длина щели горелки 10 см).

### *Рейтинг-контроль №2*

1. Какими величинами характеризуются полосы поглощения в молекулярных абсорбционных спектрах? Какая разница между истинным и средним молярным коэффициентом поглощения?

2. Будет ли наблюдаться для каждого из приведенных ниже растворов отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера и какое: отрицательное, положительное? раствор слабой кислоты, поглощает недиссоциированная форма; раствор аквакомплекса  $M(H_2O)_n$ , находящегося в равновесии с комплексом  $ML$ , поглощает аквакомплекс.

3. При каких длинах волн следует измерять оптическую плотность растворов при фотометрическом анализе смеси веществ, если их спектры поглощения накладываются друг на друга?

4. Какой вариант спектрофотометрии следует выбрать, если главным требованием является а) быстрота выполнения, б) высокая точность при достаточно высоком содержании элемента, в) учет влияния фона?

5. Что используют в качестве раствора сравнения при дифференциальном способе измерения оптической плотности, если основной закон светопоглощения а) выполняется, б) не выполняется?

6. На одном рисунке в координатах  $A-\lambda$  изобразите произвольный спектр поглощения фотометрируемого раствора (имеет одну полосу поглощения) и спектр поглощения светофильтра, необходимого для анализа этого раствора.

7. Какие законы лежат в основе спектрофотометрического определения констант химических равновесий?

8. Для определения никеля в виде диметилглиоксимата навеску стали, содержащей 0,5 % Ni, растворили и разбавили до 100,0 мл. К аликвоте 5,00 мл добавили необходимые реагенты и разбавили до 50,0 мл. Оптическая плотность определяется при 470 нм в кювете с  $l = 2,0$  см. Вычислите навеску стали, если оптимальное значение  $A=0,435$ , а  $\epsilon=1,3 \cdot 10^4$  л.моль<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup>.

9. Оптическая плотность раствора кофеина ( $M = 212,1$ ), содержащего 1,000 мг протонированной формы кофеина в 100,0 мл, равна 0,510 при длине волны 272 нм ( $l = 1,0$  см). Навеску растворимого кофе 2,500 г растворили в 500,0 мл воды. Аликвоту 25,00 мл осветлили стандартными приемами и добавив 0,1 М  $H_2SO_4$ , разбавили до 500,0 мл. Оптическая плотность этого раствора в тех же условиях равна 0,415. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения кофеина и его содержание (г/кг) в кофе.

10. Молярный коэффициент поглощения комплекса Be с ацетилацетоном при 295 нм равен  $3,16 \cdot 10^4$  л.моль<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup>. Какое минимальное содержание Be (% масс.) можно определить из навески 1,0000 г, растворенной в 100,0 мл, при измерении оптической плотности на спектрофотометре при  $l=10,0$  см. Минимальное значение оптической плотности, которое можно измерить с необходимой точностью, считать равным 0,010.  $M.M.(Be)=9,01$ .

11. Оптическая плотность 0,15 М пикрата натрия в 1М NaOH, обусловленная поглощением пикрат-иона (пикриновая кислота не поглощает) равна 0,419. В тех же условиях оптическая плотность 0,30 М раствора пикриновой кислоты равна 0,531. Рассчитайте константу кислотности пикриновой кислоты.

### *Рейтинг-контроль № 3*

1. Почему при комнатной температуре люминесцируют не все вещества?
2. Является ли люминесценция равновесным процессом?
3. Чем объясняется более высокая селективность люминесцентных методов анализа по сравнению с фотометрическими? Почему флуоресцентные методы анализа чувствительнее фотометрических?

4. Почему при флуоресцентных определениях предъявляют повышенные требования к чистоте реактивов и посуды?
5. Почему вид спектра флуоресценции не зависит от длины волны возбуждающего излучения?
6. Почему градуировочный график при флуоресцентных определениях линеен в ограниченном интервале концентраций?
7. Как изменяется интенсивность флуоресценции при понижении температуры?
8. Почему лампу накаливания редко используют в качестве источника излучения в флуоресцентном анализе?
9. Почему нельзя долго освещать флуоресцирующие растворы при проведении флуоресцентных определений?
10. В каких случаях соблюдается правило зеркальной симметрии спектров поглощения и флуоресценции?
11. Какие характеристики люминесценции зависят от длины волны возбуждающего света и почему?
12. Что больше: квантовый или энергетический выход флуоресценции? Почему?
15. Рассчитайте минимальное содержание циркония (%), которое можно определить люминесцентным методом в виде комплекса с морином пользуясь следующими данными:
  - навеску массой 0,1000 г перевели в мерную колбу емкостью 250,0 мл;
  - максимальной величине регистрируемого фототока, равной 250 мкА, отвечает концентрация циркония 0,1 мкг/мл;
  - минимальная величина фототока, регистрируемая микроамперметром, равна 1 мкА.

### Вопросы к СРС

1. Как вы определите аналитические задачи (обнаружение, идентификация, определение, тестирование веществ)? Объекты анализа (твердые, жидкие, газообразные, плазма; макро- и микро-; органические и неорганические, близкие и удаленные).
2. Дайте определение метрологических характеристик методов определения (чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, избирательность).
3. Дайте определение понятию аналитическая служба.
4. Организация аналитической службы и ее функции: контроль технологических процессов, мониторинг окружающей среды, здоровья населения, служба контроля за хранением продукции, оперативный контроль. Сертификация продукции и химический анализ.
5. Принципы унификации и стандартизации аналитических методов.
6. Обеспечение химического анализа: химические реактивы, классификация, общая характеристика, степень чистоты, очистка.
7. Аналитические приборы: общая характеристика и требования к ним: класс точности, поверка, градуировка, сочетание с микропроцессорами и ЭВМ.
8. Аналитическое приборостроение, его тенденции (блочно-модульный принцип, автоматизация, миниатюризация и др.)

### Вопросы к экзамену

1. Что такое функциональный анализ органических веществ? Как проводится идентификация структурных фрагментов и строения органических соединений (функциональные группы, кратные связи, циклические и линейные структуры и пр.)?



2. Идентификация различных классов органических соединений.
3. Как можно определить наличие следов органических веществ в различных объектах?
4. Как проводится анализ биологических и медицинских объектов (растения, кровь, ткани, жидкости организмов)?
5. Что такое клинический анализ? Его особенности.
6. Как проводится анализ пищевых продуктов (основные компоненты, примеси)?
7. Установление структуры соединения по его ИК – спектру
8. ЯМР- спектр, химический сдвиг
9. Применение ЯМР в установлении структуры органических соединений
10. Хроматографические методы исследования смесей веществ
11. Масс-спектрометрический детектор
12. ВЭЖХ-МС/МС, ВЭЖХ- МС/МС/МС

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ (ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ) ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Год издания	Количество экземпляров	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ	Количество студентов, использующих указанную литературу	Обеспеченность студентов литературой, %
-------	--	-------------	------------------------	---------------------------------------	---	---

Основная литература						
1	Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум учебное пособие / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. 120 с.	2012	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html</a>	20	100
2	Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа Учеб. пособие / И.В. Тикунова, Н.В. Дробницкая, А.И. Артеменко и др. - М. : Абрис, 2012.	2012	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200759.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200759.html</a>	20	100
3	Аналитическая химия : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / В.И.Вершинин, И.В.Власова, И. А. Никифорова. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 448 с.	2012	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785769562921.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785769562921.html</a>	20	100

**Дополнительная литература**

1	Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. / пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - N.1- 623 с., Т. 2 - 504 с.	2009	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743890.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743890.html</a> <a href="http://www.window.edu.ru">www.window.edu.ru</a>	20	100
2	Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2007.	2007	30	-	20	100
3	Пругло Г.Ф., Комиссаренков А.А., Фёдоров В.А. Оптические методы анализа: учебно-методическое пособие. - СПб.: СПбГТУРП, 2010. -52 с.	2010	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book">http://www.studentlibrary.ru/book</a> <a href="http://www.window.edu.ru">www.window.edu.ru</a>	20	100
4	Нечипоренко А.П. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Электрохимические методы. Потенциометрия и кондуктометрия: Учеб.-метод. пособие / Под ред. В.В. Кириллова. - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. - 34 с	2013	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book">http://www.studentlibrary.ru/book</a> <a href="http://www.window.edu.ru">www.window.edu.ru</a>	20	100
5	Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / пер. с нем. А.В. Гармаша и А.И. Каменева. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 284 с.	2008	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743579.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743579.html</a> <a href="http://www.window.edu.ru">www.window.edu.ru</a>	20	100
6	Харитонов Ю.А. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Учебник для ВУЗов. М.: Высшая школа, 2007. 616с.	2007	-	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book">http://www.studentlibrary.ru/book</a> <a href="http://www.window.edu.ru">www.window.edu.ru</a>	20	100

## 8. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Теоретический курс.

лекции: презентации (диск)

### 2. Практикум

1. Весы аналитические, технические.
2. Спектрофотометр СФ-46.
3. Газовый хроматограф «Кристалл» с детекторами по теплопроводности, электронному захвату и капиллярными колонками.
4. ИК-спектрометр.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Рабочую программу составил В.Г. д.х.н. проф.Амелин В.Г.

Рецензент

Д.С. к.х.н., ст.н.с. лаборатории химического анализа ФГБУ ВНИИЗЖ  
Большаков Д.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии  
протокол № 7 от 5.02 2015 года.

Заведующий кафедрой Б.А. Кухтин Б.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

протокол № 7 от 5.02 2015 года.

Председатель комиссии Ю.Т. Панов Ю.Т.

**Лист переутверждения  
рабочей программы дисциплины**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_