

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук
(ПФИЦ УрО РАН)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ПФИЦ УрО РАН
член-корреспондент РАН
А.А. Барях

«___» июля 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Физико-химические методы анализа»
(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направления подготовки	04.06.01 «Химические науки» 18.06.01 «Химическая технология»
Направленности (профили) программы аспирантуры	02.00.03 «Органическая химия» 02.00.15 «Кинетика и катализ» 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»
Квалификация выпускника	Исследователь, Преподаватель-исследователь.
Форма обучения	Очная
Курс: 1, 2	Семестр (ы): 1, 2, 3, 4
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч

Виды контроля с указанием семестра:

- 1 семестр – Зачет
- 2 семестр – Зачет
- 3 семестр – Зачет
- 4 семестр – Зачет

Пермь 2017 г.

Учебно-методический комплекс дисциплины
«Физико-химические методы анализа»
(полное наименование дисциплины)

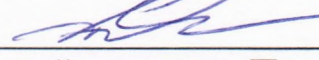
Рабочая программа дисциплины «Физико-химические методы анализа» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 869 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 883 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 18.01.06 «Химическая технология»;
- Паспортов научных специальностей 02.00.03 «Органическая химия», 00.02.15 «Кинетика и катализ», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ», разработанных Экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки от 25.02.2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени» (редакция от 14.12.2015 г.);
- Программ кандидатского минимума научных специальностей 02.00.03 «Органическая химия», 00.02.15 «Кинетика и катализ», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин:

1. Органическая химия
2. Физическая химия
3. Современные методы установления структуры органических соединений
4. Технология и переработка полимеров и композитов
5. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

Разработчик программы: д.х.н.  А.Е. Леснов

Рецензент: д.х.н., профессор  А.Б. Шейн
заведующий кафедрой физической химии Пермского государственного
национального исследовательского университета

Рабочая программа рассмотрена и одобрена объединённым Учёным советом
ПФИЦ УрО РАН, протокол № 1 от 3.07.2017 г.

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – приобретение знаний теоретических основ и практических навыков физико-химических методов исследования, необходимых в научно-исследовательской деятельности в различных областях современной химии.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции:**

- Способность планировать и выполнять химические эксперименты, физико-химические расчёты и теоретический анализ результатов экспериментальных исследований (ПК-2)

1.2 Задачи учебной дисциплины:

формирование знаний:

- теоретических основ физико-химических методов идентификации и определения веществ;
- природы и сущности явлений, процессов в различных химических системах, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа;
- основных физико-химических методов анализа, связанных с определением состава и строения анализируемых объектов, основных тенденций их развития;
- основных методологических приемов, необходимых для успешного применения этих методов в современных исследованиях;
- принципов работы с современным лабораторным оборудованием.

формирование умений:

- применять приемы работы с современным лабораторным оборудованием;
- оценивать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты;
- выбирать наиболее оптимальные методы достижения поставленных целей.

формирование навыков:

- работы с современным лабораторным оборудованием;
- владения способами и технологиями защиты от вредных факторов профессиональной среды;
- владения понятийно-терминологическим аппаратом физико-химических методов анализа.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- законы органической химии;
- теоретические и экспериментальные методы изучения вещества;
- физико-химические основы процессов химического анализа.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» относится к *вариативной* части Блока 1 при освоении ООП ВО по направлениям подготовки 04.06.01 «Химические науки» и 18.06.01 «Химическая технология», направленностям 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальностям 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить и продемонстрировать следующие знания, умения и навыки:

- **знать:**

- основные понятия и определения, современные тенденции развития и передовые технологии в области физико-химического анализа;
- современные экспериментальные методы, используемые в анализе вещества;
- теоретические представления основ физико-химического анализа;

- **уметь:**

- применять современные методы физико-химического анализа для решения конкретных задач определения состава и строения вещества;
- интерпретировать, анализировать и обрабатывать совокупность полученных данных;

- **владеть:**

- численными методами обработки результатов физико-химического анализа.

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний органической химии, физической химии, современных методов установления структуры химических соединений.

Связь с последующими этапами программы аспирантуры

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы для эффективного завершения аспирантуры, подготовки и написания диссертации по специальностям 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров

и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ПК-

2.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код ПК-2	Формулировка компетенции Способность планировать и выполнять химические эксперименты, физико-химические расчёты и теоретический анализ результатов экспериментальных исследований
Код ПК-2.В.03	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность планировать и выполнять химические эксперименты, физико-химические расчёты и теоретический анализ синтезированных активных реагентов, биологически активных соединений, полимеров, композитных материалов и энергетических конденсированных систем

2.2 Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции аспирант: Знает: - основные понятия и определения, современные тенденции развития и технологии в области физико-химического анализа (код 31 ПК-2); - теоретические представления основ физико-химического анализа (код 32 ПК-2)	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля
Умеет: - применять современные методы физико-химического анализа для решения конкретных задач определения состава и строения вещества (код У1 ПК-2); - интерпретировать, анализировать и обрабатывать совокупность полученных данных (код У2 ПК-2)	Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
Владеет: - численными методами обработки результатов физико-химического анализа (код В1 ПК-2)	Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Направления подготовки: 04.06.01 «Химические науки» (направленности: 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ») и 18.06.01 «Химическая технология» (направленности: 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»).

Форма обучения: очная.

Общая трудоёмкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа).

Объём и виды учебной работы:

Таблица 1

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч				
		по семестрам				всего
		3				
1	2	1-й	2-й	3-й	4-й	4
1	Аудиторная работа:					
	- лекции (Л)	2	2	-	2	6
	- практические занятия (ПЗ)	-	6	4	6	16
2	Самостоятельная работа (СР)	31	25	29	25	110
3	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1	1	1	4
4	Итоговая аттестация по дисциплине	2	2	2	2	8
5	Форма итогового контроля	зачёт	зачёт	зачёт	зачёт	
6	Трудоёмкость дисциплины, всего:	36	36	36	36	144
	в часах (ч)	1	1	1	1	4
	в зачётных единицах (ЗЕ)					

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Тематический план

Таблица 2

Раздел дисциплины	Номер темы дисциплины	Виды занятий и количество отведённых часов						Трудоёмкость, ч/ЗЕ
		Аудиторная работа			СР	КСР	Итоговый контроль	
		Всего	Лекции	ПЗ				
1	1	-	-	-	6	-		6/0,17
	2	-	-	-	6	0,5		6,5/0,18
	3	2	2	-	6	-		8/0,22
	4	-	-	-	6	-		6/0,17
	5	-	-	-	7	0,5		7,5/0,21
Всего по разделу		2	2	-	31	1	2	36/1
2	6	2	-	2	5	-		7/0,19
	7	2	-	2	5	0,5		7,5/0,21
	8	2	-	2	5	-		7/0,19
	9	2	2	-	5	-		7/0,19
	10	-	-	-	5	0,5		5,5/0,16
Всего по разделу		8	2	6	25	1	2	36/1
3	11	2	-	2	14	0,5		16,5/0,45
	12	2	-	2	15	0,5		17,5/0,49

Всего по разделу	4	-	4	29	1	2	36/1
4	13	4	2	2	6	-	10/0,28
	14	2	-	2	6	0,5	8,5/0,24
	15	2	-	2	7	-	9/0,25
	16	-	-	-	6	0,5	6,5/0,18
Всего по разделу	8	2	6	25	1	2	36/1
ИТОГО:	22	6	16	110	4	8	144/4

4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Введение. Общий обзор физико-химических методов

(Л – 2, СР – 31)

Тема 1. Методы химического анализа

Основные проблемы химического анализа. Классификация методов количественного анализа. Сравнительная характеристика химических, физико-химических и физических методов анализа (чувствительность, точность, селективность, достоинства, недостатки). Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Качественный и количественный анализ. Макро-, микро-, и ультрамикрoанализ. Локальный, неразрушающий, дистанционный, непрерывный, внелабораторный (полевой). Гибридные и комбинированные методы.

Тема 2. Роль и место физико-химических методов в исследовании веществ

Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность. Метод и методика. Понятие аналитического сигнала. Виды аналитических сигналов, характеристики аналитических сигналов. Прямые (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок, метод сравнения со стандартом) и косвенные (титриметрические) способы измерения аналитических сигналов; абсолютные (безэталонные) и относительные методы. Классификация погрешностей (случайные, систематические, грубые промахи) в количественном анализе. Воспроизводимость и правильность анализа.

Тема 3. Применение методов математической статистики для обработки результатов анализа

Результат анализа, уровень вероятности (надежность), доверительный интервал. Выбор метода анализа. Применение регрессионного анализа для

построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата. Стандартные образцы. Аттестация и стандартизация методик. Аккредитация аналитических лабораторий.

Тема 4. Основные этапы анализа различных объектов

Проба, отбор пробы, представительность. Подготовка пробы к анализу. Методы вскрытия проб: мокрые и сухие способы разложения, специальные методы. Способы приготовления и установки концентраций рабочих растворов.

Тема 5. Методы разделения, маскирования, концентрирования

Маскирование. Разделение и концентрирование. Классификация методов. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Количественные характеристики разделения и концентрирования. Осаждение и соосаждение. Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Скорость экстракции. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Классы экстрагентов. Сорбция. Механизм сорбции. Виды сорбентов. Электрохимические методы разделения (электролиза расплавов и растворов электролитов). Методы испарения. Управляемая кристаллизация. Фракционное ожижение, вымораживание, плавление, избирательная абсорбция и адсорбция.

Раздел 2. Оптические методы анализа

(Л – 2, ПЗ – 6, СР – 25)

Тема 6. Обзор спектральных методов анализа (часть 1)

Основы спектральных методов анализа. Классификация спектроскопических методов. Атомные и молекулярные спектры, их происхождение, вид и основные характеристики. Методы абсорбционной и эмиссионной спектроскопии. Методы атомной спектроскопии. Методы рентгеноспектрального анализа. Природа рентгеновских спектров. Классификация рентгеновских методов анализа (рентгеноэмиссионный, рентгенофлуоресцентный, рентгеноабсорбционный, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, оже-электронная спектроскопия). Практическое применение.

Тема 7. Обзор спектральных методов анализа (часть 2)

Атомно-эмиссионная спектроскопия. Возбуждение проб в пламени, в дуговом и искровом разрядах. Индуктивно связанная плазма. Способы регистрации спектров. Качественный и количественный анализ по спектрам

испускания. Физические и химические помехи. Внутренний стандарт. Примеры использования.

Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Сущность метода. Источники излучения, атомизаторы, приемники излучения. Характеристики пламен и их выбор. Типы электротермических атомизаторов. Помехи: химические и физические. Чувствительность и избирательность. Примеры использования.

Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Принцип метода. Способы возбуждения атомов (УФ излучение, лазер). Практическое применение.

Методы молекулярной спектроскопии. Колебательная и вращательная структура электронных переходов. Классификация методов абсорбционной спектроскопии. Техника и методика эксперимента в абсорбционной спектроскопии. Методы количественного анализа в видимой области: метод градуировочного графика, метод добавок, метод сравнения со стандартом, метод молекулярного свойства, метод дифференциальной фотометрии.

Тема 8. Обзор спектральных методов анализа (часть 3)

Спектрофотометрия. Основной закон фотометрии, оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент светопоглощения. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера. Аддитивность светопоглощения. Методы фотометрического анализа. Приборы для спектрофотометрии. Практическое применение.

Люминесцентный анализ. Понятие о люминесценции. Общая характеристика люминесцентного метода анализа. Виды люминесценции: фотолюминесценция, катодолюминесценция, хемилюминесценция, флуоресценция. Спектры люминесценции. Выход и интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Техника измерения спектров люминесценции. Использование флуоресценции в аналитических целях.

Спектральный анализ в инфракрасной области спектра. Качественный анализ по ИК-спектрам. Особое значение инфракрасной спектроскопии для анализа органических веществ.

Резонансные спектроскопические методы. Физические основы радиоспектроскопических методов. ЯМР-спектроскопия; применение для идентификации соединений. ЭПР-спектроскопия. Применение в анализе.

Тема 9. Неспектральные оптические методы (часть 1)

Нефелометрический и турбидиметрический методы. Рассеяние света растворами, содержащими взвешенные частицы. Поглощение света растворами, содержащими взвешенные частицы. Техника и методика

эксперимента.

Показатель преломления, его зависимость от химического строения, длины волны падающего света, температуры, плотности, концентрации. Линии спектра и обозначения показателей преломления. Формулы расчета влияния температуры на показатель преломления. Преломляющие свойства вещества, молярная рефракция. Расчеты молярной рефракции с использованием атомных рефракций элементов и инкрементов кратных связей. Рефрактометры. Принцип действия. Поверка прибора. Рефрактометрическое измерение. Термостатирование анализируемых сред, Определение концентрации веществ в растворе методом калибровочного графика, по таблицам показателей преломления, чувствительность, точность, область применения, достоинства и недостатки.

Тема 10. Неспектральные оптические методы (часть 2)

Поляриметрия. Характеристика метода. Оптически активные вещества. Угол вращения плоскости поляризации, его зависимость от природы вещества, растворителя, температуры, длины волны светового потока, толщины слоя раствора и его концентрации. Лево- и правовращающие оптически активные вещества. Поляриметры, принцип действия. Калибровка прибора. Определение концентрации веществ. Чувствительность, точность, достоинства и недостатки метода, область применения.

Масс-спектрометрия. Принципы масс-спектрометрии. Блок-схема масс-спектрометра. Масс-спектр. Методы ионизации: электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация. Времяпролетный масс-спектрометр. Квадрупольный масс-спектрометр. Спектрометр ион-циклотронного резонанса. Применение масс-спектрометрии. Хромато-масс-спектрометрия.

Активационный анализ. Нейтронно-активационный анализ. Активация заряженными частицами. Гамма-активационный анализ. Практическое применение.

Радиохимические методы: методы радиоактивных индикаторов и изотопного разбавления. Общая характеристика и применение.

Раздел 3. Электрохимические методы анализа

(ПЗ – 4, СР – 29)

Тема 11. Электрохимические методы анализа (часть 1)

Основные понятия: электрохимическая ячейка, индикаторный электрод, электрод сравнения. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке. Кинетика электрохимических процессов.

Классификация электрохимических методов анализа.

Потенциометрические методы анализа: сущность метода, системы

электродов. Требования к индикаторным электродам и электродам сравнения. Потенциометрия с ионселективными электродами (ионометрия). Типы ионселективных электродов и их характеристики. Потенциометрическое титрование. Метрологические характеристики метода.

Вольтамперометрия. Сущность метода. Поляризационная кривая. Принципиальная схема установки. Электроды. Качественный и количественный полярографический анализ. Метрологические характеристики различных вариантов полярографии, возможности и ограничения методов.

Тема 12. Электрохимические методы анализа (часть 2)

Амперометрия. Сущность метода, принципиальная схема установки. Выбор системы электродов, выбор потенциала индикаторного электрода. Типы кривых титрования. Метрологические характеристики метода.

Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Возможности метода и области применения.

Общая характеристика метода электрогравиметрии.

Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.

Электропроводность. Коэффициенты электропроводности. Высокочастотный вариант метода.

Принцип электрофореза. Зональный электрофорез. Теория электрофореза в ПААГ. Разделение макромолекул в присутствии ДСН. Специфические электрофоретические методы: высоковольтный, проточный, двумерный электрофорез, диск-электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование. Капиллярный электрофорез.

Раздел 4. Хроматографические методы анализа

(Л – 2, ПЗ – 6, СР – 25)

Тема 13. Хроматографические методы анализа (часть 1)

Принципы хроматографического разделения веществ. Характеристика метода, неподвижная фаза, элюент, разделяемая смесь. Механизм процесса разделения. Классификация хроматографических методов: по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения, по принципу фракционирования, по способу проведения процесса, по аппаратному оформлению, по расположению неподвижной фазы. Хроматографический процесс. Хроматография распределительная, осадочная, ионообменная. Хроматография колоночная, тонкослойная, бумажная. Техника выполнения, чтение хроматограммы. Хроматографическая зона. Хроматографический пик и его параметры. Характеристики (абсолютные и относительные) и индексы удерживания, качественный анализ по хроматограмме. Методы

количественного анализа (метод нормировки – простой и с калибровочными коэффициентами, метод внешнего и внутреннего стандарта). Селективность сорбента, критерии селективности. Эффективность хроматографического процесса. Кинетическая теория хроматографии. Хроматография макромолекул. Виды хроматографии - бумажная, тонкослойная, газожидкостная, ионообменная. Методы разделения смесей газов и жидкостей. Основные принципы составления смеси растворителей в хроматографии. Требования к подвижной и неподвижной фазам в хроматографии. Молекулярная адсорбционная хроматография. Распределительная жидкостная хроматография. Хроматографические методы, чувствительность, точность, область применения, достоинства и недостатки.

Тема 14. Хроматографические методы анализа (часть 2)

Газовая адсорбционная хроматография: классификация методов. Достоинства и недостатки газовой адсорбционной хроматографии. Влияние температуры на хроматографический процесс. Особенности капиллярной хроматографии. Принципиальная схема хроматографа. Неподвижные фазы, подвижные фазы, требования к ним. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Детекторы, их классификация. Примеры применения.

Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам.

Методы жидкостной хроматографии. Особенности хроматографического процесса. Аппаратура метода (колонки, насосы, инжекторы, термостаты). Детекторы в жидкостной хроматографии (УФ, диодно-матричный, флюоресцентный, рефрактометр, электрохимические, масс-спектрометрический). Области применения хроматографических методов разделения и определения. Сущность обращено-фазовой и нормально-фазовой хроматографии. Неподвижные фазы и элюенты, требования к ним. Влияние типа неподвижной фазы, состава подвижной фазы, скорости элюента, температуры на параметры удерживания и разрешающую способность. Градиентное и изократическое элюирование. Качественный и количественный анализ. Определяемые вещества. Аналитические характеристики современной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Детекторы. Применение для анализа сложных смесей.

Тема 15. Хроматографические методы анализа (часть 3)

Ионообменная хроматография. Ионообменные смолы (иониты) – катиониты и аниониты. Свойства ионообменников, их связь с природой

активных групп. Комплексообразующие ионообменники. Обменная емкость ионообменной смолы. Средство ионита к иону. Техника хроматографического определения. Регенерация ионообменных смол. Примеры применения.

Ионная хроматография. Особенности метода. Сорбенты. Детекторы. Примеры применения.

Тонкослойная хроматография. Сущность метода и области применения.

Тема 16. Термические методы анализа

Дериватография. Калориметрия. Сущность метода и области применения.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 3

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	6, 7, 8	Оптические методы анализа	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	11, 12	Электрохимические методы анализа	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	13, 14, 15	Хроматографические методы анализа		

4.4 Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.5 Содержание самостоятельной работы аспирантов

Таблица 4

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Методы химического анализа	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Роль и место физико-химических методов в исследовании веществ	Собеседование	Вопросы по темам /

				разделам дисциплины
3	3	Применение методов математической статистики для обработки результатов анализа	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Основные этапы анализа различных объектов	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Методы разделения, маскирования, концентрирования	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Обзор спектральных методов анализа (часть 1)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	7	Обзор спектральных методов анализа (часть 2)	Творческое задание	Темы творческих заданий
8	8	Обзор спектральных методов анализа (часть 3)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	9	Неспектральные оптические методы (часть 1)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
10	10	Неспектральные оптические методы (часть 2)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
11	11	Электрохимические методы анализа (часть 1)	Творческое задание	Темы творческих заданий
12	12	Электрохимические методы анализа (часть 2)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
13	13	Хроматографические методы анализа (часть 1)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
14	14	Хроматографические методы анализа (часть 2)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
15	15	Хроматографические методы анализа (часть 3)	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

16	16	Термические методы анализа	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
----	----	----------------------------	---------------	--

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Физико-химические методы анализа» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, обеспечивающие достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программе.

Лекционные занятия. Это – одна из форм учебных занятий, цель которого состоит в рассмотрении основных положений и теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме. Конечная цель лекций – овладение изучаемыми теоретическими знаниями в степени, необходимой для продолжения обучения и изучения последующих дисциплин.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты являются не пассивными слушателями, а активными участниками занятия, отвечающими на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия. Целью практических занятий является формирование практических умений: (а) учебных, необходимых в учебной

деятельности по освоению учебных дисциплин, и (б) профессиональных, необходимых в последующей профессиональной деятельности.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом в процессе обучения аспирантов доминирует активность. Роль преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

Самостоятельная работа. Это – планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Самостоятельная работа включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (повторение пройденного учебного материала по конспектам, рекомендованной преподавателем учебной и научной литературе; изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельное освоение;

- подготовку к практическим занятиям (выполнение домашних заданий в виде задач, упражнений и т.д.).

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Физико-химические методы анализа» представлен в виде Приложения к Рабочей программе дисциплины.

7.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос, дискуссия.

7.2. Промежуточная аттестация

Проверка приобретенных знаний и навыков осуществляется посредством контрольного опроса в форме зачета в конце 1, 2 и 3 семестров. Зачет проводится в устной форме (собеседования) по вопросам, согласно программе освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа». В конце изучения курса проводится дифференцированный зачет, и уровень подготовки обучающегося оценивается в баллах: 5 («отлично»), 4 («хорошо»), 3 («удовлетворительно»), 2 («неудовлетворительно»).

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся дисциплине

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

При самостоятельной работе аспирантам следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из основного и дополнительного перечня;
- ресурсы "Интернет" ;
- методические указания по освоению дисциплины.

8.2. Перечень учебной литературы

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х книгах. М.: ВШ, 1989.
2. Л.Н. Москвин, Л.Г. Царицына. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Л.: Химия, 1991.
3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 2008.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>,
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультидисциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.
3. Национальная Электронная Библиотека [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по всем отраслям знания] / М-во культуры Рос. Федерации. – [Москва, 2016]. – Режим доступа: <http://нэб.рф>.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Назначение программного продукта
1	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
2	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Office 2007 Professional	Подготовка отчетов по творческому заданию

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

- помещений, находящихся в собственности «ИТХ УрО РАН»
- оборудования, обеспечивающего проведение НИР
- вычислительного телекоммуникационного оборудования
- других материально-технических ресурсов

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 6

№ п. п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Учебный класс	«ИТХ УрО РАН»	112	36	4
2	Лекционный зал	«ИТХ УрО РАН»	118	72	70
3	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	200	36	5
4	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	201	36	5
5	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	202	36	5
6	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	203	36	5

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 7.

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер помещения
1	2	3	4	5
1	Мультимедиа проектор для демонстрации презентаций и видеороликов;	2	Собственность	Помещения № 112, 118, 200, 201, 202,

1	2	3	4	5
	Персональные компьютеры для проведения расчетов и анализа результатов	5		203
2	<p>Специализированное лабораторное оборудование для проведения исследований:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Инфракрасный спектрометр IFS 66S (Bruker, Германия); - ИК-Фурье спектрометр Vertex 80V (Bruker, Германия); - ИК-Фурье спектрометр Senterra (Bruker, Германия); - Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 882e/400 Mettler Toledo (Швейцария); - Прибор совмещенного термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии TGA/DSC 1/1100 LF (Mettler Toledo, (Швейцария); - Прибор термомеханического и дифференциального термического анализа TMA/SDTA841 (Mettler Toledo, (Швейцария); -Хромато-масс-спектрометрическая система Agilent 6890 (Agilent, США); - Высокоэффективный жидкостный хроматограф (Agilent, США); - Автоматический анализатор элементного состава LECO CHNS-932 (Leco, США); - Атомно-абсорбционный спектрометр iCE 3500 с пламенной атомизацией (Thermo, США); - Капиллярный электрофорез Agilent CE (Agilent, США); - Оптический микроскоп OLYMPUS BX51 (Olympus, Япония) с системой цифровой фотомикроскопии с программным обеспечением для обработки оптических образов ImageScope M; - Автоматический анализатор удельной поверхности и 	15	Собственность	<p>Помещения</p> <p>201</p> <p>201</p> <p>201</p> <p>203</p> <p>203</p> <p>202</p> <p>201</p> <p>202</p> <p>202</p> <p>202</p> <p>200</p>

1	2	3	4	5
	<p>пористости ASAP 2020 (Micromeritics, США);</p> <p>- Атомно-силовой микроскоп «Смена» (ЗАО "НТ-МДТ", Россия);</p> <p>- Растровый электронный микроскоп Evex Mini-SEM HR-3000 (Evex Analytical Instruments Inc., США) с энергодисперсионным рентгеновским анализатором</p>			<p>203</p> <p>200</p> <p>200</p>