

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Физико-технологический институт
Кафедра физико-химических методов анализа

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
М.И.И.
«18» *10* 2018 г.
С.Т. Князев




ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рекомендована Учебно-методическим Советом Физико-технологического института
для направлений подготовки и специальностей:

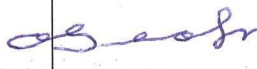
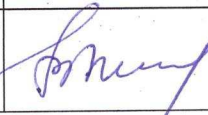
Код ОП	Направление/ Специальность	Направленность (профиль) про- граммы специа- лизации	Номер учебно- го плана	Код дисцип- лины по учебному плану
14.05.01/02.01	Ядерные реакторы и материалы	Ядерные реакторы и материалы	5242	Б1.63.2

Екатеринбург 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Лисиенко Дмитрий Георгиевич	к.х.н.	доцент	ФХМА	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр:

	Наименование кафедры	Дата	ФИО заведующего кафедрой	Подпись
1	Физико-химических методов анализа	15.02.2018 N2	О.И. Ребрин	
2	Технической физики	26.04.2018 N5	В.И.Токманцев	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса


Р.Х Токарева

Председатель Учебно-методического совета
Физико-технологического института

12.10.2018 протокол № 2


С.В.Никифоров

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические методы исследований

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

Код направления/ специальности	Название направления/ специальности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
14.05.01	Ядерные реакторы и материалы	03.09.2015 г.	956

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

общекультурные компетенции (ОК)

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

профессиональные компетенции (ПК)

научно-исследовательская деятельность:

- готовность к созданию новых методов расчета современных реакторных установок и физических устройств, методов исследования теплофизических процессов и свойств реакторных материалов и теплоносителей; разработке новых систем преобразования тепловой и ядерной энергии в электрическую, методов и методик оценки количественных характеристик ядерных материалов (ПК-2);
- способность использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, термодинамики, гидродинамики и тепломассопереноса в объеме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза идей, творческого самовыражения (ПК-3);
- способность применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области (ПК-4);
- способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования (ПК-6);

экспертная деятельность:

- способность разрабатывать проекты технических условий, стандартов и технических описаний установок, материалов и изделий (ПК-18);

производственно-технологическая деятельность:

- способность понимать современные профессиональные проблемы, современные ядерные технологии, научно-техническую политику ядерной сферы деятельности (ПК-27);

дополнительные компетенции, согласованные с работодателями (ДОК, ДОПК, ДПК, ДППК)

- понимание физико-химических основ технологических процессов (ДПК1);
- применение правил и норм охраны труда (ДПК17);

1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать** теоретические основы ряда физико-химических методов исследования состава, структуры и свойств веществ: принципы гравиметрического, титриметрического, термического, атомно-эмиссионного, атомно-абсорбционного, рентгеноспектрального, молекулярного спектрального, масс-спектрального анализа, электрохимических, дифракционных, ядерно-физических методов исследования;
- **знать** и **понимать** химические и физические явления, лежащие в основе формирования информационного сигнала;
- **знать** основные характеристики и области применения современных физико-химических методов анализа и исследования, тенденции их развития;
- **знать** основные узлы и принципы работы современных приборов для проведения физико-химических методов исследования;
- **уметь** выбирать метод исследования для решения конкретной задачи;
- **уметь** оценивать работоспособность аналитического оборудования и программных средств;
- **владеть** навыками планирования и проведения эксперимента, обработки его результатов и оценивания погрешности;
- **владеть** навыками практической работы в аналитической и физико-химической лаборатории.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

1. Пререквизиты	Химия, Физика, Атомная физика, Электротехника, Электроника и микропроцессорная техника, Квантовая механика, Метрология и техника физического эксперимента
2. Кореквизиты*	Специальные материалы и защищенность ядерно-топливного цикла
3. Постреквизиты*	Основы учета, контроля и физзащиты ядерных реакторов и материалов, Научно-исследовательская практика

1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

Виды учебной работы, формы контроля	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
	Всего, час.	В т.ч. контактная работа (час.)	
Аудиторные занятия, час.	68	68	8
Лекции, час.	34	34	34
Практические занятия, час.	-	-	-
Лабораторные работы, час.	34	34	34
Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час.	36	10, 20	36
Вид промежуточной аттестации	4	0,25	Зачет, 4
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	78, 45	108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3		3

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Дисциплина нацелена на изучение современных методов определения состава и структуры веществ и материалов, их основных метрологических, информационных и экономических характеристик. Изучаются принципы генерации аналитического сигнала, построения и функционирования аппаратуры. Основное внимание уделено рассмотрению теоретических основ ряда физико-химических методов исследования и анализа (гравиметрического, титриметрического, термического, атомно-эмиссионного, атомно-абсорбционного, рентгеноспектральных, масс-спектрометрических - молекулярного, изотопного и элементного, ядерно-физических, дифракционных), определению границы и областей их применения, изучению методов контроля химического состава различных объектов, в том числе ядерных материалов, в соответствии с требованиями современного производства и экологии.

На лабораторных работах студенты получают представление о работе на современном аналитическом оборудовании при решении конкретных аналитических задач определения качественно-го и количественного состава технических объектов и объектов окружающей среды.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение в физико-химические методы исследования	<p>Понятие о составе, структуре и свойствах веществ. Методы исследования: компонентные, структурные. Изучение физико-химических свойств веществ. Аналитические сигналы, селективные и неселективные. Интенсивная компонента сигнала. Зависимость от концентрации определяемого компонента. Влияние состава и структуры пробы. Зависимость от условий выполнения измерений. Градуировка аналитических методов, способы градуировки (теоретическая, экспериментальная).</p> <p>Этапы исследования. Пробоотбор, назначение и требования к нему. Классификация объектов с точки зрения пробоотбора. Основные способы отбора проб. Разложение проб, цели и задачи процедуры. Методы разложения: мокрое и сухое. Способы разложения – на воздухе, автоклавное, микроволновое. Разделение компонентов пробы. Характеристики методов разделения. Классификация методов. Кинетические и термодинамические методы разделения. Энергетические (осаждение, дистилляция) и сорбционные методы. Классификации сорбционных методов. Хроматографическое разделение компонентов. Газовая хроматография как метод анализа. Структура хроматографа. Обработка хроматограмм.</p> <p>Метод и методика измерений.</p> <p>Характеристики аналитических методов (метрологические, информационные, экономические). Обработка и оценка результатов.</p> <p>Классификации методов и методик измерений.</p>
P2	Химические методы исследования	<p>Гравиметрия. Основные требования к аналитической реакции в гравиметрии по методу осаждения. Основные аналитические операции. Вычисление результатов измерений. Применение метода в контроле ядерных материалов - перек-</p>

		<p>сидный метод.</p> <p>Титриметрия. Требования к аналитическим реакциям. Классификация методов титриметрии. Кривая титрования, точка эквивалентности, способы фиксации конца титрования. Вычисление результатов титриметрических определений. Применение метода в контроле ядерных материалов – метод Девиса-Грея.</p> <p>Термический анализ. Термогравиметрический (ТГ) и дифференциальный термогравиметрический анализ (ДТГ). Процессы, связанные с изменением массы. Дифференциальный термический анализ (ДТА), дифференциальная сканирующая колориметрия (ДСК). Принципы методов. Виды процессов, сопровождаемых тепловыми эффектами. Способы определения температурных интервалов разложения веществ и фазовых переходов. Количественное определение тепловых эффектов. Структура современных приборов ТГ, ДТА и ДСК.</p> <p>Применение методов термического анализа для исследования свойств материалов современной энергетики.</p>
	<p align="center">Электрохимические методы исследования</p>	<p>Кондуктометрия. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов, зависимость от концентрации электролита. Эквивалентная электропроводность иона. Прямая кондуктометрия. Измерение электропроводности электролитов. Области применения методов кондуктометрии.</p> <p>Потенциометрия. Виды электродных потенциалов: окислительно-восстановительные и ионообменные (мембранные) потенциалы, механизмы их возникновения. Зависимость потенциала электрода от состава раствора, уравнения Нернста и Никольского. Основные типы электродов для потенциометрии: водородный, металлические 1- и 2-го рода, ред-окс, стеклянные, кристаллические (лантанфторидный), жидкие и пластифицированные мембраны.</p> <p>Измерение электродных потенциалов. Аппаратура для измерения ЭДС ячеек. Методы потенциометрии. Ионометрия, способы градуировки. Характеристики и области применения потенциометрических методов.</p> <p>Вольтамперометрия. Электродная поляризация и ее виды. Электрохимическая поляризация, перенапряжение. Концентрационная поляризация. Диффузионный ток. Потенциал полуволны. Классическая полярография. Ртутный капельный электрод, его основные характеристики. Предельный диффузионный ток, уравнение Ильковича. Остаточный ток. Количественный анализ, способы градуировки. Инверсионная полярография. Пере-</p>

		<p>менноточковая полярография. Аппаратура вольт-амперометрии. Применение метода в контроле ядерных материалов.</p> <p>Кулонометрия. Закон Фарадея и условия его применения в кулонометрии. Степень завершения электродных процессов и ее регулирование. Обеспечение полноты выхода по току. Потенциостатическая кулонометрия. Изменение силы тока при электролизе. Измерение количества электричества. Гальваностатическая кулонометрия (кулонометрическое титрование). Титрование с внешней и с внутренней генерацией титранта. Принципиальная схема потенциостата. Области применения методов кулонометрии при контроле ядерных материалов.</p>
Р4	Введение в методы спектрометрии	<p>Происхождение и виды спектров. Классификация спектральных методов по активным частицам, по длинам волн, по способу наблюдения спектра.</p>
Р4.1	Атомно-эмиссионный анализ	<p>Квантовая теория возбужденных состояний атомов и ионов. Конфигурации, термы, уровни. Правила отбора переходов между уровнями. Зависимость характера спектра элемента от его положения в периодической системе элементов. Резонансные линии. Качественный АЭС анализ.</p> <p>Возбуждение атомных спектров. Характеристика элементарных процессов в плазме: конверсии, диссоциации молекул, ионизации и возбуждения атомов. Распределение элементов плазме по сортам частиц. Интенсивность спектральных линий, зависимость ее от характеристик плазмы (температуры, концентрации электронов, химического состава) и свойств элементов (энергии диссоциации молекул, энергии ионизации атомов). Основные методы диагностики плазмы. Контур и ширина спектральных линий. Самопоглощение в плазме. Зависимость интенсивности излучения от концентрации элемента. Уравнение Ломакина-Шейбе. Количественный анализ. Гомологичные линии.</p> <p>Техника АЭСА. Источники возбуждения атомных спектров. Пламена, дуговые разряды постоянного и переменного тока, низковольтная и высоковольтная искры, тлеющий разряд, разряд в полом катоде, разряд Гримма, индуктивно связанная плазма. Процессы в источниках, способы введения вещества, спектроаналитические характеристики и области применения.</p> <p>Спектральные приборы. Принцип работы плоских, профилированных дифракционных (эшелле и эшеллет) вогнутых, решеток. Оптические схемы спектральных приборов с плоскими и вогнутыми решетками, назначение отдельных узлов. Характеристики приборов – линейная дис-</p>

		<p>персия, разрешающая способность, светосила. Регистрация эмиссионных спектров. Визуальная регистрация. Фотографическая регистрация. Фотоэлектрическая регистрация. Фотоэлектрические приемники и их характеристики. Твердотельные фотоприемники. Обработка спектральной информации с применением твердотельных фотоприемников. Методы градуировки при различных способах регистрации спектров.</p>
P4.2	Атомно-абсорбционный метод	<p>Физические процессы, лежащие в основе метода. Резонансные линии. Закономерности поглощения излучения (законы Бугера-Ламберта, Бера, объединенный закон, правило аддитивности). Концентрация атомов в атомизаторах, зависимость от условий атомизации и характеристик аналита. Зависимость абсорбции от концентрации элемента в пробе.</p> <p>Техника ААСА. Источники излучения, требования к ним, лампы с полым катодом, безэлектродные ВЧ лампы. Атомизаторы: пламена, графитовые электротермические; особенности процессов образования свободных атомов. Измерение аналитического сигнала в ААСА. Одно- и двухлучевые схемы. Характеристики и области применения атомно-абсорбционного метода анализа.</p>
P4.3	Рентгеноспектральный анализ и дифракционные методы	<p>Происхождение характеристических рентгеновских спектров. Система термов ионизированного атома, переходы внутри системы с поглощением и излучением квантов энергии. Серии в рентгеновских спектрах, частоты спектральных линий, закон Мозли, зависимость характера спектра от положения элемента в периодической системе. Качественный анализ.</p> <p>Возбуждение характеристического излучения электронным ударом, характеристический и непрерывный спектры. Электронно-зондовый микроанализ. Применение в электронных микроскопах.</p> <p>Поглощение рентгеновского излучения веществом, зависимость от длины волны излучения. Особенности рентгено-абсорбционного анализа.</p> <p>Интенсивность флуоресцентного излучения. Количественный анализ. Понятие "толстого" и "тонкого" образца, критическая глубина слоя. Зависимость интенсивности флуоресцентного излучения от концентрации определяемого элемента и состава пробы. Форма градуировочных зависимостей. Эффекты взаимных влияний компонентов.</p> <p>Техника РФА. Классификация рентгеноспектральных приборов: спектрометры, анализаторы, квантометры. Источники первичного излуче-</p>

		<p>ния. Рентгеноспектральные приборы с волновой дисперсией. Выбор кристаллов-анализаторов. Схемы приборов с плоским и вогнутым кристаллами. Регистрация рентгеновского излучения. Детекторы рентгеновского излучения: пропорциональный и сцинтилляционный счетчики, полупроводниковые детекторы. Энергодисперсионные рентгеноспектральные приборы. Принципы энергетической селекции, амплитудный анализатор.</p> <p>Области применения и характеристики рентгенофлуоресцентного метода.</p> <p>Электронная спектрометрия для химического анализа. Принципы и области применения фотоэлектронной и Оже-спектрометрии.</p> <p>Дифракционные методы. Особенности формирования аналитических сигналов в рентгено-, электроно- и нейтронографии.</p> <p>Электронная микроскопия – трансмиссионная и растровая.</p>
Р4.4	<p>Методы молекулярной спектрометрии</p>	<p>Происхождение молекулярных спектров. Энергетические уровни молекулы. Виды молекулярных спектров: вращательные, колебательные, электронные, формы их проявления.</p> <p>Микроволновая спектрометрия. Возникновение и особенности вращательных абсорбционных спектров. Определение параметров молекул из микроволновых спектров. Аппаратура метода микроволновой спектрометрии.</p> <p>Инфракрасная спектрометрия и спектрометрия КРС.</p> <p>Нормальные колебания молекул. Энергия колебательных состояний. ИК спектр поглощения и спектр комбинационного рассеяния света: основные частоты, обертоны, составные частоты; активность колебаний в спектрах. Качественный анализ. Характеристичность частот в спектрах как основа структурно-группового анализа.</p> <p>Техника ИК спектрометрии. Источники излучения (штифт Нернста, глобар), особенности спектральных приборов, детекторы ИК излучения (термоэлементы, болометры, ОАП, ПЭП, фотоприемники). Структурная схема ИК Фурье-спектрометра. Особенности приготовления образцов для анализа. Метод НПВО.</p> <p>Техника спектроскопии КРС. Источники возбуждающего излучения, особенности спектральных приборов для КРС.</p> <p>Фотометрический и люминесцентный анализ</p> <p>Закономерности поглощения излучения молекулами в видимой и ультрафиолетовой области спектра. Спектр поглощения, молярный коэффициент поглощения. Типы хромофоров (d-d, π-π^*, d-π), их отличительные особенности. Меха-</p>

		<p>низм и виды молекулярной люминесценции. Спектральный состав и длительность. Закономерности люминесцентного излучения (правило Каша, правило Стокса-Ломмеля, закон Вавилова). Квантовый выход и тушение люминесценции (концентрационное, температурное, примесями). Зависимость яркости флюоресценции от концентрации молекул.</p> <p>Аналитическая реакция в фотометрии и люминесценции и обеспечение полноты ее протекания. Аппаратура методов. Принципиальные схемы приборов. Характеристика источников излучения, диспергирующих устройств, приемников излучения.</p> <p>Области применения и перспективы развития методов фотометрии и люминесценции.</p>
P5	Масс-спектрометрия	<p>Физические принципы метода, образование масс-спектра. Молекулярная, элементная и изотопная масс-спектрометрия. Источники ионов, процессы ионизации и типы ионов, рабочие характеристики источника ионов: разброс по энергиям, эффективность ионизации. Типы источников, применяемых для анализа: с электронным ударом, химической ионизацией, электроспреей, термоэмиссионный, лазерный, искровой разряд, индукционно-связанная плазма.</p> <p>Масс-анализаторы, принципы работы магнитных, с двойной фокусировкой, квадрупольных, время-пролетных анализаторов. Регистрация ионов: фотографический, электрометрический методы, мультиколлекторы, методы с применением электронных умножителей.</p> <p>Особенности и характеристики методов исследования металлов, изоляторов, жидкостей, газов при изотопном, элементном и структурном анализе. Особенности изотопного анализа урана. Хромато-масс-спектрометрия.</p>
P6	Ядерно-физические методы исследования	<p>Современные ядерно-физические методы исследования структуры, свойств и особенности их применения. Структурные и ядерно-резонансные методы. Информация о свойствах вещества, получаемая с помощью ядерно-физических методов. Аппаратура, реализующая различные ядерно-физические методики. Ядерно-физические методы в изучении материалов атомной техники.</p>
P7	Организация исследовательской работы на производстве	<p>Постановка и решение исследовательской задачи. Этапы работы: постановка задачи, выбор метода исследования, планирование эксперимента, проведение эксперимента, обобщение и оценка полученных результатов.</p>

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1.

Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Семестр обучения: 8

3

Код раздела, темы	Раздел дисциплины	Аудиторная нагрузка (час.)				Виды, количество и объемы мероприятий										Подготовка к контрольным и аттестационным мероприятиям (колич.)									
		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)	Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Всего (час.)									
Всего по разделу, теме (час.)		Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего	Лекции	Практ. семинар. занятия	Лабораторные работы	И/и семинары, семинар-конференции, коллоквиумы	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Инд. или групповой проект*	Перевод инояз. литературы*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Курсовая работа / Междисц. курсовый проект / Междисц. курсовой проект*	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет* (при наличии экзамена)	Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена)	Экзамен*	
P1	Введение в ФХМИ	9	6	4	2	3	2	1																	
P2	Химические методы исследования	18	12	6	6	6	2	4																	
P3	Электрохимические методы исследования	12	8	4	4	4	2	2																	
P4	Введение в методы спектротрии	3	2	2		1	1	0																	
P4.1	Атомно-эмиссионный анализ	17	12	6	6	5	2	3																	
P4.2	Атомно-абсорбционный метод	10	6	2	4	4	2	2																	
P4.3	Рентгеноспектральный анализ и дифракционные методы	12	8	4	4	4	2	2																	
P4.4	Молекулярная спектроскопия	11	6	2	4	5	2	3																	
P5	Масс-спектрометрия	12	8	4	4	4	2	2																	
P6	Ядерно-физические методы исследования	3	2	2		1	1	0																	
P7	Организация исследовательской работы на производстве	2	1	1		1	1	0																	
Всего (час) без учета времени на контрольные мероприятия:		104	68	34	0	34	17	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего по дисциплине (час.):		108	68			40																			

* Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке "Всего (час.):"

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Лабораторный практикум

№	Раздел дисциплины	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
1	P1	Методы отбора и разложения проб	2
2	P2	Химические методы исследования – Гравиметрия, титриметрия, термический анализ	6
3	P3	Электрохимические методы исследования – ионометрия, кулонометрия, вольт-амперометрия	4
4	P4.1	Атомно-эмиссионный спектральный анализ – возбуждение спектров в пламенных, дугах, искрах и ИСП	6
5	P4.2	Атомно-абсорбционный анализ	4
6	P4.3	Рентгеноспектральные методы	4
7	P1, P4.4	Электронные спектры молекул. Экстракционные процессы	4
8	P.1, P5	Элементный, изотопный и молекулярный (хроматомасс-) масс-спектральный анализ.	4
		Всего	34

4.2 Практические занятия не предусмотрены

4.3 Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем рефератов

не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем домашних работ

не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем контрольных работ

не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ

не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

не предусмотрено

4.3.6. Примерная тематика коллоквиумов

не предусмотрено

4.3.7. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные и интерактивные методы обучения	Формы учебных занятий и виды учебной деятельности											
		Лекция	Практич. занятие	Лабораторная работа	Подготовка к ауд. занятиям	Курсовой проект	Курсовая работа	Расчетно-граф. работа	Расчетная работа	Контрольная работа	Домашняя работа	Реферат	Коллоквиум
P1	Методы активного обучения												
P2													
P3	Проектная работа												
P4	Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study)			+									
P5	Имитационные технологии (деловые игры и др.)												
P6	Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.)			+									
	Командная работа			+									
	Другие (указать, какие)												
	Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение												
	Сетевые учебные курсы												
	Виртуальные практикумы и тренажеры												
	Вебинары и видеоконференции												
	Асинхронные web-конференции и семинары												
	Совместная работа и разработка контента												
	Другие (указать, какие)												

6. ПРОЦЕДУРЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.

В том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – к курс. (утверждается по предложению выпускающей кафедры учебно-методическим советом института)

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

[В случае реализации модуля (дисциплины) в течение нескольких семестров итоги текущей и промежуточной аттестации подводятся по каждому семестру]

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,5		
Текущая аттестация на лекциях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	8	10
Ведение конспекта лекций	8	90
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям –зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,6		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. =0,5		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лабораторных занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение работ, оформление отчетов по абсорбционным методам	8	25
Выполнение работ, оформление отчетов по масс-спектрометрии	8	25
Выполнение работ, оформление отчетов по химическим и электрохимическим методам	8	25
Выполнение работ, оформление отчетов по эмиссионным и рентгеновским методам	8	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям– к тек.лаб.=1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– к пром.лаб. =0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы - не предусмотрены

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время выполнения курсовой работы)	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – к тек.курс.=		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – к пром.курс.=		

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения модуля (дисциплины)

Порядковый номер семестра (по учебному плану), в котором осваивается модуль (дисциплина)	Коэффициент значимости результатов освоения модуля в семестре – к сем. п
Семестр 8	к сем. 1=1

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Основы аналитической химии. В 2-х томах. Том 1. / под ред. Ю.А. Золотова. – 4-е изд. – М.: Academia, 2010. 384 с. 115 экз 2004 года
2. Основы аналитической химии. В 2-х томах. Том 2. / под ред. Ю.А. Золотова. – 4-е изд. – М.: Academia, 2010. 408 с. 50 экз 2004 года
3. Васильев В.П. Аналитическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям : [в 2 кн.]. Кн. 2. — 7-е изд., стер. — Москва : Дрофа, 2009. — 368 с 11 экз
4. Беккер Ю. Спектроскопия- М: Техносфера, 2009
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88994>>.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Москвин Л. Н., Родинков О. В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии - М.:Интеллект, 2011 5 экз
2. Аналитическая химия. Проблемы и подходы : в 2 т. Т. 1 / ред. Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер ; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова. — М. : Мир : АСТ, 2004. — 608 с. 2 экз
3. Аналитическая химия. Проблемы и подходы : в 2 т. Т. 2 / ред. Р. Кельнер, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г. М. Видмер ; пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова. — М. : Мир : АСТ, 2004. — 728 с. 2 экз
4. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учеб. пособие для хим.- технол. специальностей / О. М. Петрухин [и др.] .— Москва : Химия, 1993. — 396 7 экз
5. Физические методы исследования неорганических веществ/ под ред. А.Б.Никольского. М.: АCADEMA, 2006. 7 экз

7.1.3. Методические разработки


1. Методы атомного спектрального анализа.- Екатеринбург: УрФУ, 2015.
2. Методы атомно-эмиссионного спектрального анализа., Екатеринбург: УрФУ, 2013.
3. Электрохимические методы анализа. Потенцио-, ионо- и кондуктометрия и ВЧ-титрование. Екатеринбург: УрФУ, 2013.
4. Электрохимические методы анализа. Полярография, амперо- и кулонометрия, – Екатеринбург : УГТУ, 1992.
5. Методы спектрофотометрии и люминесценции, – Екатеринбург : УГТУ, 1997.
6. Физические методы анализа. -Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2002.
7. Начала техники лабораторных работ. – Екатеринбург : УГТУ, 1997.
8. Методическое руководство по работе с атомно-эмиссионным спектрометром с индуктивно связанной плазмой OPTIMA 2100 DV – компьютерный вариант
9. Методическое руководство к лабораторной работе «Масс-спектрометрия с ионизацией в индуктивно связанной плазме» – компьютерный вариант

7.2. Программное обеспечение

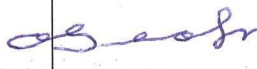
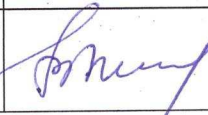
1. ПО «Атом 3.0»
2. ПО «Winlab32»
3. ПО «ELAN®v3.4»
4. ПО «СФ-2000»
5. ПО «Анион»

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Лисиенко Дмитрий Георгиевич	к.х.н.	доцент	ФХМА	

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр:

	Наименование кафедры	Дата	ФИО заведующего кафедрой	Подпись
1	Физико-химических методов анализа	15.02.2018 N2	О.И. Ребрин	
2	Технической физики	26.04.2018 N5	В.И.Токманцев	

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса


Р.Х Токарева

Председатель Учебно-методического совета
Физико-технологического института

12.10.2018 протокол № 2


С.В.Никифоров

Основные методы разложения материалов. Интенсификация процессов разложения. Разделение и концентрирование компонентов. Цели и задачи процедур. Классификация методов разделения компонентов. Хроматография как метод разделения компонентов. Газовая хроматография как метод анализа. Хромато-масс-спектрометрия. Метрологические характеристики аналитических методов. Их значение в системе характеристик методов исследования. Точность измерений. Современные требования к точности аналитических методов.

Повторяемость определений. Воспроизводимость результатов измерений. Способы оценки. Применение для оценки результатов измерений.

Правильность метода исследования. Критерий правильности. Способы оценки правильности.

Предел обнаружения как информационная характеристика аналитических методов. Способы оценки. Применение для оценки методов измерений.

Разрешающая способность как информационная характеристика аналитических методов. Способы оценки. Применение для оценки методов измерений.

Классификация химических методов исследования состава и структуры

Гравиметрия. Основные требования к аналитической реакции в гравиметрии по методу осаждения. Основные аналитические операции. Применение метода в контроле ядерных материалов - пероксидный метод.

Титриметрия. Требования к аналитическим реакциям. Классификация методов титриметрии. Кривая титрования, точка эквивалентности, способы фиксации конца титрования. метод Девиса-Грея.

Термогравиметрический (ТГ), дифференциальный термический анализ (ДТА), дифференциальная сканирующая колориметрия (ДСК). Принципы методов. Области применения

Потенциометрия. Виды электродных потенциалов: окислительно-восстановительные и ионообменные (мембранные) потенциалы, механизмы их возникновения. Зависимость потенциала электрода от состава раствора, уравнения Нернста и Никольского.

Вольтамперометрия. Концентрационная поляризация. Диффузионный ток. Потенциал полуволны. Классическая полярография. Ртутный капельный электрод, его основные характеристики. Применение метода

Кулонометрия. Закон Фарадея и условия его применения в кулонометрии. Степень завершения электродных процессов и ее регулирование. Обеспечение полноты выхода по току.

Потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия (кулонометрическое титрование). Области применения методов кулонометрии при контроле ядерных материалов.

Классификация спектроскопических методов по активным частицам, по длинам волн, по способу наблюдения спектра.

Происхождение атомных эмиссионных спектров. Резонансные линии. Зависимость характера спектра элемента от его положения в периодической системе элементов. Качественный АЭС анализ.

Характеристика элементарных процессов в плазме: конверсии, диссоциации молекул, ионизации и возбуждения атомов.

Интенсивность спектральных линий, зависимость ее от характеристик плазмы (температуры, концентрации электронов, химического состава) и свойств элементов (энергии диссоциации молекул, энергии ионизации атомов).

Самопоглощение в плазме. Зависимость интенсивности излучения от концентрации элемента. Уравнение Ломакина-Шейбе. Количественный анализ. Гомологичные линии. Основные методы диагностики плазмы.

Спектральные приборы для видимой и УФ- области. Оптическая схема спектрального прибора, назначение отдельных узлов.

Принцип работы дифракционных решеток. Схема прибора с вогнутой дифракционной решеткой.

Регистрация спектров в видимой и УФ областях. Визуальная регистрация. Фотографическая регистрация. Фотоэлектрическая регистрация. Фотоэлектронные приемники и их характеристики.

Физические процессы, лежащие в основе атомно-абсорбционного метода. Резонансные линии.

Закономерности поглощения излучения (законы Бугера-Ламберта, Бера, объединенный закон, правило аддитивности). Концентрация атомов в атомизаторах, зависимость от условий атомизации и характеристик аналита. Зависимость абсорбции от концентрации элемента в пробе.

Схема прибора для ААСА. Измерение аналитического сигнала в ААСА.

Атомизаторы: пламена, графитовые электротермические; особенности процессов образования свободных атомов.

Происхождение характеристических рентгеновских спектров. Система термов ионизированного атома, переходы внутри системы с поглощением и излучением квантов энергии. Серии в рентгеновских спектрах, частоты спектральных линий, закон Мозли, зависимость характера спектра от положения элемента в периодической системе. Качественный анализ.

Поглощение рентгеновского излучения веществом, зависимость от длины волны излучения и природы материала.

Интенсивность рентгеновского флуоресцентного излучения. Количественный анализ. Понятие "толстого" и "тонкого" образца, критическая глубина слоя. Зависимость интенсивности флуоресцентного излучения от концентрации определяемого элемента и состава пробы.

Происхождение молекулярных спектров. Энергетические уровни молекулы. Виды молекулярных спектров: вращательные, колебательные, электронные, формы их проявления.

Микроволновая спектроскопия. Возникновение и особенности вращательных абсорбционных спектров. Определение параметров молекул из микроволновых спектров.

Нормальные колебания молекул. Частоты нормальных колебаний. Классификация нормальных колебаний по форме и симметрии.

Энергия колебательных состояний молекул. ИК спектр поглощения и спектр комбинационного рассеяния света: основные частоты, обертоны, составные частоты; активность колебаний в спектрах. Качественный анализ. Характеристичность частот в спектрах

Закономерности поглощения излучения молекулами в видимой и ультрафиолетовой области спектра. Спектр поглощения, молярный коэффициент поглощения. Типы хромофоров ($\sigma-\sigma^*$, $\pi-\pi^*$, d-d, d- π), их отличительные особенности.

Принципиальные схемы приборов для фотометрического анализа. Характеристика источников излучения, диспергирующих устройств, приемников излучения.

Масс-спектрометрия. Физические принципы метода, основные области применения.

Масс-спектрометрия. Источники ионов, процессы ионизации и типы ионов, рабочие характеристики источника ионов: разброс по энергиям, эффективность ионизации.

Типы источников, применяемых для анализа: с электронным ударом, термоэмиссионный, лазерный, искровой разряд, индукционно-связанная плазма.

Масс-анализаторы, принципы работы магнитных и с двойной фокусировкой

Масс-анализаторы, принципы работы квадрупольных, время-пролетных анализаторов.

Масс-спектрометрия. Регистрация ионов с помощью фотопластинок, электрометров, электронных умножителей.

Особенности изотопного анализа урана. Хромато-масс-спектрометрия.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

«не используются»

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

9.УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Специализированные лаборатории: спектрального анализа Ф-335, 334, 331, элементного анализа Ф-139, атомно-абсорбционного анализа Ф-329, рентгеноспектрального анализа Ф-311, молекулярного спектрального анализа Ф-340, электрохимического анализа Ф-330а, химического анализа Ф-330, Ф-332.

9.2. Основные приборы: спектрограф ИСП-30, спектрометр ОПТИМА 2100, спектрометр на основе PGS-2 с анализатором МАЭС, спектрометр AAS-1, спектрометр AAnalyst 800, рентгеновские спектрометры Quant X, ARL Advant X , масс-спектрометр ELAN 9000, хромато-масс-спектрометр QIarus, иономер И-4100 с комплектом ионселективных электродов, потенциостат IPC Pro, кулонометрические анализаторы, спектрофотометр СФ-2000, колориметр КФК-3, люминесцентный фотометр ЛЮФ-57, флуориметр Флюорат.

10.ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания кафедры	Дата заседания кафедры	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений