

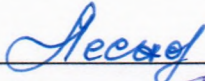
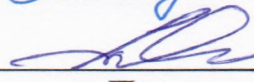
Учебно-методический комплекс дисциплины**«Физическая химия»***(полное наименование дисциплины)*

разработан на основании:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации, № 869 от 30.07.2014 г. по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки»;
- Паспортов научных специальностей 02.00.03 «Органическая химия» и 02.00.15 «Кинетика и катализ», разработанных Экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки от 25.02.2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальности, по которым присуждаются учёные степени» (редакция от 14.12.2015 г.);
- Программ кандидатского минимума научных специальностей 02.00.03 «Органическая химия» и 02.00.15 «Кинетика и катализ»

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин

1. Органическая химия
2. Физико-химические методы анализа
3. Современные методы установления структуры химических соединений

Разработчик программы: д.х.н.  А.Е. ЛесновРецензент: д.х.н., профессор  А.Б. Шейн
заведующий кафедрой физической химии Пермского государственного
национального исследовательского университетаРабочая 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 – формирование системы знаний, умений и навыков, необходимых в научно-исследовательской деятельности в различных областях современной физической химии.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие компетенции:

- Способность проводить научные исследования в области органической химии (ПК-1).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

формирование знаний:

- основных законов, концепций и методов физической химии, её основных тенденций развития;

формирование умений:

- использовать уравнения и методы физической химии в исследовательской деятельности;

формирование навыков:

- планирования и проведения химического эксперимента, выполнения физико-химических расчетов и теоретического анализа результатов экспериментальных исследований, представления результатов исследований в виде научных публикаций.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- законы физической химии;
- физико-химические основы процессов химической технологии;
- экспериментальные и теоретические методы изучения вещества и физико-химических процессов.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая химия» относится к *вариативной* части Блока 1 при освоении ООП ВО по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки», направленностям 02.00.03 «Органическая химия» и 02.00.15 «Кинетика и катализ».

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальностям 02.00.03 «Органическая химия» и 02.00.15 «Кинетика и катализ», и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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

- **знать:**

- теоретические представления химии, в том числе о строении вещества, механизмах химических реакций и взаимосвязи между химическим составом, структурой и физико-химическими свойствами веществ и реакционных сред;

- современные экспериментальные методы, используемые в физико-химических исследованиях.

• **уметь:**

- применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач физической химии;

- анализировать взаимосвязь между составом, строением и свойствами органических соединений;

- прогнозировать и использовать реакционную способность химических веществ в различных агрегатных состояниях и при различных условиях.

• **владеть:**

- численными методами решения задач физической химии;

- методами теоретического анализа физико-химических явлений и процессов.

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний органической химии, физико-химических методов анализа, 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» и 02.00.15 «Кинетика и катализ».

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ПК-1.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код	Формулировка компетенции
ПК-1	Способность проводить научные исследования в области физической химии
Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-1.В.02	Способность применять методы физической химии в области синтеза активных реагентов, биологически активных соединений и комплексообразующих реагентов

2.2 Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции аспирант: Знает: - теоретические положения о строении вещества, механизмах химических реакций и взаимосвязях между химическим составом, структурой и физико-химическими свойствами веществ и реакционных сред (код З1 ПК-1)	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля
Умеет: - анализировать взаимосвязи между составом, строением и свойствами органических соединений (код У1 ПК-1); - прогнозировать и использовать реакционную способность химических веществ в различных агрегатных состояниях и при различных условиях (код У2 ПК-1)	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 решения задач физической химии (код В1 ПК-1); - методами теоретического анализа физико-химических явлений и процессов (код В2 ПК-1)	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

Направление подготовки: 04.06.01 «Химические науки» (направленности: 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ»).

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					всего
		по семестрам				4	
		1-й	2-й	3-й	4-й		
1	2	3				4	
1	Аудиторная работа:						
	- лекции (Л)	2	4	4	2	12	
	- практические занятия (ПЗ)	-	-	4	2	6	
2	Самостоятельная работа (СР)	31	29	25	27	112	
3	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1	1	1	4	
4	Итоговая аттестация по дисциплине	2	2	2	4	10	
5	Форма итогового контроля	зачёт	зачёт	зачёт	экзамен		
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					Итоговый контроль	Трудоёмкость, ч/ЗЕ
		Аудиторная работа			СР	КСР		
		Всего	Лекции	ПЗ				
1	1	2	2	-	7	-	9/0,25	
	2	-	-	-	8	0,5	8,5/0,24	
	3	-	-	-	8	0,5	8,5/0,24	
	4	-	-	-	8		8/0,22	
Всего по разделу		2	2	-	31	1	34/0,94	
2	5	2	2	-	5	-	7/0,19	
	6	-	-	-	6	0,5	6,5/0,18	
	7	2	2	-	5	-	7/0,19	
	8	-	-	-	6	0,5	6,5/0,18	
	9	-	-	-	7		7/0,19	
Всего по разделу		4	4	-	29	1	34/0,94	
3	10	3	2	1	8	-	11/0,31	
	11	3	2	1	8	-	11/0,31	
	12	2	-	2	9	1	12/0,33	
Всего по разделу		8	4	4	25	1	34/0,94	
4	13	2	-	2	9	-	11/0,31	
	14	2	2	-	9	-	11/0,31	
	15	-	-	-	9	1	10/0,33	
Всего по разделу		4	2	2	27	1	34/0,94	
Аттестация							10	10/0,33
ИТОГО:		18	12	6	112	4	10	144/4

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Строение вещества

(Л – 2, СР – 31)

Тема 1. Теория химического строения молекул и методы анализа строения молекул.

Основные положения классической теории химического строения. Изомерия. Конформации молекул. Связь строения и свойств молекул. Механическая модель молекулы. Потенциалы парных взаимодействий. Методы молекулярной механики и молекулярной динамики при анализе строения молекул.

Тема 2. Квантово-механическое описание молекулярных систем

Общие принципы квантово-механического описания молекулярных систем. Стационарное уравнение Шрёдингера для свободной молекулы. Адиабатическое приближение. Электронное волновое уравнение.

Потенциальные кривые и поверхности потенциальной энергии. Их общая структура и различные типы. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры. Колебания молекул. Вращение молекул. Электронное строение атомов и молекул. Одноэлектронное приближение. Атомные и молекулярные орбитали. Электронные конфигурации и термы атомов. Электронная плотность. Распределение электронной плотности в двухатомных молекулах. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей и исследования распределения электронной плотности. Локализованные молекулярные орбитали. Гибридизация. Электронная корреляция в атомах и молекулах. Представления о зарядах на атомах и порядках связей. Корреляции дескрипторов электронного строения и свойств молекул. Индексы реакционной способности. Теория граничных орбиталей.

Тема 3. Межмолекулярные взаимодействия.

Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий: дисперсионное, электро-ориентационное и электро-индукционное взаимодействие. Молекулярные комплексы. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Кластеры атомов и молекул. Водородная связь. Супермолекулы и супрамолекулярная химия.

Тема 4. Строение конденсированных фаз.

Структурная классификация конденсированных фаз. Идеальные кристаллы. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Строение твердых растворов. Упорядоченные твердые растворы. Аморфные вещества. Металлы и полупроводники. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Различные типы проводимости. Колебания в кристаллах. Фононы. Жидкости. Мгновенная и колебательно усреднённая структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Флуктуации и корреляционные функции. Структура простых жидкостей. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов. Мезофазы.

Раздел 2. Химическая термодинамика

(Л – 4, СР – 29)

Тема 5. Основные понятия и законы термодинамики.

Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Теплота. Работа. Энтальпия. Теплоёмкость. Первый закон термодинамики. Второй закон

термодинамики. Энтропия. Абсолютная температура. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Уравнения Максвелла. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса–Гельмгольца. Работа и теплота химического процесса. Химические потенциалы. Закон действующих масс. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Расчеты констант равновесия химических реакций. Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы. Гетерогенные системы: понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса.

Тема 6. Элементы термодинамики необратимых процессов.

Основные положения термодинамики неравновесных процессов. Локальное равновесие. Флуктуации. Функция диссипации. Потоки и силы. Скорость производства энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Соотношения взаимности Онзагера. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина.

Тема 7. Термодинамика растворов.

Типы растворов. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент растворов. Симметричная и несимметричная системы отсчета. Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры замерзания растворов, криоскопия. Осмотические явления. Парциальные мольные величины, их определение для бинарных систем. Уравнение Гиббса–Дюгема. Функция смещения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы, их свойства.

Тема 8. Введение в статистическую термодинамику.

Микро- и макросостояния химических систем. Фазовые пространства. Эргодическая гипотеза. Термодинамическая вероятность и её связь с энтропией. Распределение Максвелла – Больцмана. Статистические средние значения макроскопических величин. Ансамбли Гиббса. Микроканоническое и каноническое распределения. Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций. Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы. Поступательная, вращательная, электронная и колебательная суммы по состояниям. Статистический расчет энтропии. Постулат Планка и

абсолютная энтропия. Приближение «жесткий ротатор – гармонический осциллятор». Составляющие внутренней энергии, теплоёмкости и энтропии, обусловленные поступательным, вращательным и колебательным движением. Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики. Статистическая термодинамика реальных систем. Потенциалы межмолекулярного взаимодействия и конфигурационный интеграл для реального газа.

Тема 9. Статистическая термодинамика твёрдого тела.

Распределения Бозе–Эйнштейна и Ферми–Дирака. Вырожденный идеальный газ. Электроны в металлах. Уровень Ферми. Статистическая теория Эйнштейна идеального кристалла, теория Дебая. Точечные дефекты кристаллических решеток. Равновесные и неравновесные дефекты. Вычисление сумм по состояниям для кристаллов с различными точечными дефектами. Нестехиометрические соединения и их термодинамическое описание.

Раздел 3. Химическая кинетика и катализ.

(Л – 4, ПЗ – 4, СР – 25)

Тема 10. Формальная кинетика химических реакций.

Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Реакции переменного порядка. Феноменологическая кинетика сложных химических реакций. Принцип независимости элементарных стадий. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Квазистационарное приближение. Метод Боденштейна–Тёмкина. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций. Цепные реакции. Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях. Полуостров воспламенения, период индукции. Тепловой взрыв. Реакции в потоке. Реакции идеального вытеснения и идеального смешения. Колебательные реакции.

Тема 11. Элементарные химические реакции и фотохимические реакции.

Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Термический и нетермические пути активации молекул. Обмен энергией (поступательной, вращательной и колебательной) при столкновениях молекул. Время релаксации в молекулярных системах. Теория активных

столкновений. Сечение химических реакций. Формула Траутца–Льюиса. Расчет предэкспоненциального множителя по молекулярным постоянным. Стерический фактор. Теория переходного состояния (активированного комплекса). Поверхность потенциальной энергии. Путь и координата реакции. Статистический расчет константы скорости. Энергия и энтропия активации. Использование молекулярных постоянных при расчете константы скорости. Различные типы химических реакций. Мономолекулярные реакции в газах, схема Линдемана–Христиансена. Теория РРКМ. Бимолекулярные и тримолекулярные реакции, зависимость предэкспоненциального множителя от температуры. Реакции в растворах, влияние растворителя и заряда реагирующих частиц. Клеточный эффект и сольватация. Фотохимические и радиационнохимические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Эксимеры и эксиплексы. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Квантовый выход. Закон Эйнштейна – Штарка.

Тема 12. Катализ

Понятие о катализе. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа. Функции кислотности Гаммета. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа. Уравнение Брэнстеда. Корреляционные уравнения для энергий активации и теплот реакций. Специфический и общий основной катализ. Нуклеофильный и электрофильный катализ. Катализ металлокомплексными соединениями. Ферментативный катализ. Адсорбционные и каталитические центры ферментов. Активность и субстратная селективность ферментов. Коферменты. Механизмы ферментативного катализа.

Раздел 4. Электрохимия.

(Л – 2, ПЗ – 2, СР – 27)

Тема 13. Физическая химия растворов электролитов.

Растворы электролитов. Ион-дипольное взаимодействие, как основной процесс, определяющий устойчивость растворов электролитов. Коэффициенты активности в растворах электролитов. Средняя активность и средний коэффициент активности, их связь с активностью отдельных ионов. Основные положения теории Дебая – Хюккеля. Потенциал ионной атмосферы. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.

Тема 14. Равновесные электродные процессы.

Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз и в электрохимической цепи. Термодинамика гальванического элемента. Электродвижущая сила, её выражение через энергию Гиббса реакции в элементе. Уравнения Нернста и Гиббса–Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Понятие электродного потенциала.

Тема 15. Электрохимическая кинетика.

Электрохимические реакции. Двойной электрический слой. Модельные представления о структуре двойного электрического слоя. Теория Гуи – Чапмена – Грэма. Электрокапиллярные явления, уравнение Липпмана. Скорость и стадии электродного процесса. Поляризация электродов. Ток обмена и перенапряжение. Зависимость скорости стадии разряда от строения двойного слоя. Химические источники тока, их виды. Электрохимическая коррозия. Методы защиты от коррозии.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 3

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	10	Кинетика сложных реакций	Собеседование	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	11	Современные теории элементарных химических реакций теории актов	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	13	Коэффициенты активности в растворах электролитов	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

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 практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Теория химического строения молекул и методы анализа строения молекул	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Квантово-механическое описание молекулярных систем	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Межмолекулярные взаимодействия	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Строение конденсированных фаз	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Основные понятия и законы термодинамики	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Элементы термодинамики необратимых процессов	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	7	Термодинамика растворов	Творческое задание	Темы творческих заданий
8	8	Введение в статистическую термодинамику	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	9	Статистическая термодинамика твёрдого тела	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
10	10	Формальная кинетика химических реакций	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
11	11	Элементарные химические реакции и фотохимические реакции	Творческое задание	Темы творческих заданий
12	12	Катализ	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
13	13	Физическая химия растворов электролитов	Собеседование	Вопросы по

				темам / разделам дисциплины
14	14	Равновесные электродные процессы	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
15	15	Электрохимическая кинетика	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

4.6. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Физическая химия» 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 следует 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 «Физическая химия» представлен в виде Приложения к Рабочей программе дисциплины.

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. Кнорре Д.Г. и др. Физическая химия. М.: ВШ, 1990, 415 с.
2. Панченков Г., Лебедев В. Химическая кинетика и катализ. М.: Химия, 1985, 592 с.
3. Практикум по физической химии (под ред. В.В. Буданова, Н.К. Воробьева). М.: Химия, 1986, 352 с.

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

Таблица 5

№ 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

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»	201	36	5
4	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	202	36	5
5	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	203	36	5
6	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	313	36	5
7	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	315	36	5
8	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	316	36	5

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

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

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 - Персональные компьютеры для проведения расчетов и анализа результатов	2 5	Собственность	Помещение № 112, 118, 313, 315, 316
2	Специализированное лабораторное оборудование для проведения исследований: - Спектрофотометр СФ-2000; - Иономер И-160;	15	Собственность	Помещения

1	2	3	4	5
	- Весы аналитические ACCULAB			313
	- Установка микроволновой системы Mars 6 (SEMCorp., США), для подготовки проб при определении тяжёлых металлов и токсичных элементов;			313
	- Инфракрасный спектрометр IFS 66S (Bruker, Германия);			313
	- ИК-Фурье спектрометр Vertex 80V (Bruker, Германия);			316
	- ИК-Фурье спектрометр Senterra (Bruker, Германия);			201
	-Хромато-масс-спектрометрическая система Agilent 6890 (Agilent, США);			201
	- Высокоэффективный жидкостный хроматограф (Agilent, США);			201
	- Дифференциально-сканирующий калориметр DSC 882e/400 (Mettler Toledo, Швейцария);			202
	- Прибор совмещенного термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии TGA/DSC 1/ 1100 LF (Mettler Toledo, Швейцария);			201
	- Прибор термомеханического и дифференциального термического анализа TMA/SDTA841 (Mettler Toledo, Швейцария);			203
	- Капиллярный электрофорез Agilent CE (Agilent, США);			203
	- Автоматический анализатор элементного состава LECO CHNS-932 (Leco, США);			202
	- Атомно-абсорбционный спектрометр iCE 3500 с пламенной атомизацией (Thermo, США)			202
				202