



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев
06 » 2017 г.



**Рабочая программа дисциплины
«Гетерогенные реакции в неорганических системах»**

Направление подготовки	04.06.01 Химические науки
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Гетерогенные реакции
Научная специальность	02.00.01 Неорганическая химия
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Химия и биотехнология (ХиБТ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 4, 5

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Гетерогенные реакции в неорганических системах» 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;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 02.00.01 - Неорганическая химия, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 02.00.04 - Неорганическая химия.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ХиБТ
Протокол от « » _____ 2017 г. № ____.

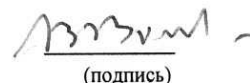
Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)



(подпись)

Н.Б. Ходяшев
(Фамилия И.О.)

Разработчик программы д-р хим. наук, проф.
(учёная степень, звание)



(подпись)

В.В. Вольхин
(Фамилия И.О.)

Руководитель программы д-р хим. наук, проф.
(учёная степень, звание)

(подпись)

В.В. Вольхин
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК



(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области гетерогенных реакций в неорганических системах.

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

- Способность демонстрировать системное понимание в области взаимосвязи между составом, структурой и свойствами неорганических соединений, включая их реакционную способность (ПК-1);
- Готовность вносить вклад собственными оригинальными исследованиями, заслуживающими публикации на национальном или международном уровне, в расширение границ научной области по тематике гетерогенных химических реакций в неорганических системах (ПК-3);

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• **формирование знаний**

- изучение основных современных направлений развития теории и практики применения гетерогенных реакций в неорганических системах;

• **формирование умений**

- формирование умения теоретически анализировать и экспериментально изучать закономерности протекания гетерогенных реакций в неорганических системах;

• **формирование навыков**

- формирование навыков выбора методик интенсификации гетерогенных реакций за счет активации твердых фаз и поверхностей раздела фаз, лимитирующих диффузионные стадии процессов взаимодействия.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- химические реакции в гетерогенных системах, включая закономерности всех стадий их протекания;
- методы интенсификации химических реакций в гетерогенных системах;
- методы экспериментального изучения условий синтеза и превращений неорганических соединений с участием гетерогенных химических реакций.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.02 «Гетерогенные реакции в неорганических системах» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- основные положения о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами конденсированных фаз гетерогенных систем;
- зависимости свойств межфазных поверхностей раздела от их химического состава и структуры;
- методы активации твердофазных неорганических веществ и поверхностей раздела фаз;

- роль неравновесных условий при синтезе кристаллических неорганических соединений и их влияние на морфологию и свойства кристаллов.

Уметь:

- прогнозировать влияние дефектов в кристаллах на кинетику твердофазных реакций;
- анализировать факторы, способствующие повышению активности межфазной поверхности при гетерогенных реакциях в системах жидкость - твердое тело;
- анализировать факторы, действующие в гетерогенных системах и способные вызывать образование метастабильных фаз при синтезе неорганических соединений в неравновесных условиях.

Владеть:

- навыками выбора метода синтеза неорганических соединений с заранее заданными функциональными свойствами на основе представлений о взаимосвязи их химического состава, структуры и свойств;
- навыками анализа влияния пересыщения растворов на выделение при кристаллизации неорганических веществ в метастабильном состоянии.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции
	Способность демонстрировать системное понимание в области взаимосвязи между составом, структурой и свойствами неорганических соединений

Код ПК-1 Б1.В.02	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	Способность демонстрировать системное понимание в области взаимосвязи между составом структурой и свойствами неорганических соединений, образующихся с участием гетерогенных химических реакций

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - основные положения о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами конденсированных фаз гетерогенных систем; - зависимости свойств межфазных поверхностей раздела от их химического состава и структуры.	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование.
Уметь: - прогнозировать влияние дефектов в кристаллах на кинетику твердофазных реакций; - анализировать факторы, действующие в гетерогенных системах и способные вызывать образование метастабильных фаз при синтезе неорганических соединений в неравновесных условиях.	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.

Владеть: - навыками выбора метода синтеза неорганических соединений с заранее заданными функциональными свойствами на основе представлений о взаимосвязи их химического состава, структуры и свойств.	Практические занятия. Самостоятельная работа аспиранта.	Собеседование. Творческое задание.
---	--	---------------------------------------

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код ПК-3	Формулировка компетенции Готовность вносить вклад собственными оригинальными исследованиями, заслуживающими публикации на национальном или международном уровне, в расширение границ научной области по тематике гетерогенных химических реакций в неорганических системах
--------------------	--

Код ПК-3 Б1.В.02	Формулировка дисциплинарной части компетенции Готовность выполнять оригинальные исследования в области гетерогенных химических реакций, протекающих в твердых телах и в системах жидкость – твердое тело
-------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - методы активации твердофазных неорганических веществ и поверхностей раздела фаз; – роль неравновесных условий при синтезе кристаллических неорганических соединений и их влияние на морфологию и свойства кристаллов.	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование.
Уметь: - анализировать факторы, способствующие повышению активности межфазной поверхности при гетерогенных реакциях в системах жидкость – твердое тела.	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.
Владеть: - навыками анализа влияния пересыщения растворов на выделение при кристаллизации неорганических веществ в метастабильном состоянии.	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.	Собеседование. Творческое задание.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы
 Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	5	-
	Практические занятия (ПЗ)	-	5
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1
2	Самостоятельная работа (СР)	66	66
3	Итоговая аттестация по дисциплине: зачёт	-	-
4	Форма итогового контроля:	Зачет	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий						Трудоёмкость, ч / ЗЕ
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль	Самостоятельная работа	
		всего	Л	ПЗ				
1	1	1	1	-	0,2	-	10	11,2/0,3
	2	2	1	1	0,4	-	30	32,4/0,9
	3	2	1	1	0,4	-	26	28,4/0,8
Всего по разделу:		5	3	2	1	-	66	72/2
2	4	3	1	2	0,5	-	36	39,5/1,1
	5	2	1	1	0,5	-	30	32,5/0,9
Всего по разделу:		5	2	3	1	-	66	72/2
Промежуточная аттестация		-	-	-	-	-	-	-
Итого:		10	5	5	2	-	132	144/4

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Влияние фазового состава систем и характера поверхности раздела фаз на интенсивность гетерогенных реакций

(Л – 3, ПЗ – 2, СР – 66)

Тема 1. Влияние на интенсивность протекания гетерогенных реакций свойств конденсированных фаз и пограничных слоев, образующих в совокупности гетерогенные системы

1.1. Особенности гетерогенных реакций: (1) протекание в гетерогенных системах, включающих одну или несколько конденсированных фаз и (2) локализация разных стадий сложного процесса в различных структурных элементах химической системы (фазах и по-

верхностях раздела фаз), что в свою очередь порождает пространственное распределение концентраций и температуры и соответствующие потоки вещества и тепла. Лимитирующая роль диффузионной кинетики при определении скорости гетерогенной реакции. Нестационарный характер протекания гетерогенных реакций в условиях образования слоя твердофазных продуктов или за счет перестройки атомной структуры твердого реагента или поверхности. Возможность активации гетерогенных реакций за счет воздействий, увеличивающих концентрацию дефектов в твердом теле, ускорения зародышеобразования на его поверхности. Влияние характера поверхности раздела фаз на скорость гетерогенных реакций в системах газ-жидкость, жидкость – жидкость, жидкость – твердое тело.

1.2. Влияние дефектов в кристаллах на кинетику твердофазных реакций.

Типы дефектов. Вакансии и межузельные атомы. Дислокация. Влияние дефектов на диффузию атомов/ионов в кристаллах.

1.3. Идеальные и реальные фазы. Идеальные и реальные газы, уравнения состояния. Критическое состояние веществ и критические константы.

Особенности конденсированного состояния вещества. Идеальные смеси веществ в конденсированном состоянии, равновесие с паровой фазой. Выражение для химического потенциала компонента идеальных фаз. Термодинамические функции компонентов неидеальных фаз. Выбор стандартного состояния. Преобразование условий равновесия с помощью термодинамических функций неидеальных систем.

Твердые растворы. Твердые растворы замещения и внедрения. Условия образования. Изоморфизм. Возникновение анионных вакансий. Двойное замещение.

Зависимость параметров элементарной ячейки в соответствии с правилом Вегарда. Изменение температуры фазовых переходов в твердых растворах. Методики теоретического предсказания термодинамических свойств твердых растворов. Спинодальный распад твердого раствора.

Твердые вещества в аморфном и кристаллическом состоянии. Кристаллы и их симметрия. Кристаллографические точечные группы. Пространственные группы симметрии. Индексы Миллера. Плоскости решетки, направления. Плоскости решетки и межплоскостные расстояния. Элементы кристаллохимии.

Тема 2. Методы активации твердых тел

2.1. Зависимость свойств твердых тел от их химического и фазового состава и от содержания неравновесных дефектов, на образование которых влияют условия синтеза. Возникновение метастабильных фаз в неравновесных условиях синтеза. Влияние различных типов пересыщений на образование неравновесных дефектов. Влияние на химическую активность материалов «собственных» микропримесей, механизмы их действия. Требования к равномерности распределения вводимых веществ в объеме материала. Использование методов соосаждения, золь-гель методов, изотермического снятия пересыщения и др. Механохимические методы воздействия на твердофазные реакции.

2.2. Анализ факторов, способствующих возникновению метастабильных фаз при синтезе веществ в неравновесных условиях.

Пути управления физико-химическим поведением твердофазного материала.

2.3. Стабильное, нестабильное и метастабильное состояние твердых фаз, энергетические соотношения между ними. Применение дифференциально-термического анализа для выявления стабильных и метастабильных фаз.

Возможность появления купола расслаивания на фазовой диаграмме при метастабильном состоянии системы. Выявление существования стабильных и метастабильных фаз с помощью графиков температурной зависимости энергии Гиббса, $G(T)$. Структурная теория расслаивания жидкостей (на примере образования метастабильных фаз в силикатных и боратных расплавах). Синтез метастабильных фаз, как промежуточных реагентов с использованием приемов «мягкой химии». Совместное осаждение как прием интенсификации твердофазных реакций. Приемы предварительной гомогенизации реагентов.

Тема 3. Роль природы поверхности твердых фаз при прохождении гетерогенных реакций в системах жидкость – твердое тело.

3.1. Морфологические и энергетические факторы, влияющие на реакционную способность поверхности раздела фаз.

Структура поверхности и реакционная способность. Неодинаковая структура разных граней кристаллов. Поверхностные неоднородности. Винтовые дислокации и их влияние на рост граней кристаллов. Кинетика гомогенного и гетерогенного образования зародышей на поверхности кристаллов. Рост кристаллов, энергетические этапы. Равновесные формы и габитус кристаллов. Особые формы роста кристаллов. Примесные атомы на поверхности твердого тела. Движение поверхностных атомов: релаксация, реконструкция и перемещение. Поверхностные центры кислотного, основного и окислительно-восстановительного типов. Гетерогенные катализаторы.

Термодинамика поверхности и поверхности раздела фаз. Термодинамика криволинейной поверхности раздела фаз. Повышенная энергия поверхности фаз и межфазных границ. Зависимость этого параметра от структуры поверхности, которая, в свою очередь, зависит от условий формирования и последующей обработки. Влияние адсорбции на основные свойства поверхности.

Сравнение поверхностей раздела твердое тело – жидкость и твердое тело – газ.

3.2. Анализ факторов, способствующих повышению активности поверхности при гетерогенных реакциях в системах жидкость – твердое тело.

Учет влияния морфологических и энергетических факторов.

3.3. Поверхность раздела твердое тело – жидкость. Двойной слой и потенциалы. Потенциал двойного слоя. Пространственный заряд, обусловленный неподвижными ионами. Обедненный слой.

Применение ИК-спектроскопии для обнаружения частиц, находящихся на поверхности ионных твердых тел.

Фазаобразование на поверхности. Закономерности зародышеобразования. Рост кристаллов. Спиральный механизм роста кристаллов.

Процессы в пористых материалах. Структура пористых сред. Микро- и макронеоднородности пористых сред. Модели структур пористых сред. Капиллярные свойства пористых систем.

Термодинамические особенности сорбции микропористыми материалами. Общие закономерности распределения жидкости и газа в пористой среде. Особенности процесса переноса в пористых средах. Диффузионные процессы переноса в пористых материалах.

Нанесенные жидкостные катализаторы. Имобилизованные катализаторы.

Раздел 2. Гетерогенные реакции в системах жидкость – твердое тело и в твердых телах

(Л – 2; ПЗ – 3, СРС – 66)

Тема 4. Гетерогенные реакции в системах газ – твердое тело, жидкость – твердое тело

4.1. Связывание инородных веществ на поверхности твердого тела. Механизмы взаимодействия (образование связей с поверхностью твердого тела). Роль свободных орбиталей на поверхности твердого тела. π -электроны сорбата и их взаимодействие с твердым телом. Связывание адсорбента на ионных твердых телах. Типы связей. Многослойная адсорбция: развитие новой фазы. Теория добавок, создающих кислотные или основные центры. Эффекты, обусловленные присутствием добавок. Пассивация поверхности с помощью добавок. Активация поверхности с помощью добавок. Реальная поверхность.

Теоретические основы роста кристаллов. Термодинамика образования зародышей. Гомогенное образование. Гетерогенное образование. Образование зародышей в кристаллах.

Кинетика гомогенного и гетерогенного образования зародышей. Рост кристаллов. Энергетические этапы. Различные скорости роста и различных граней кристалла. Рост кристаллов и адсорбция. Смешанные кристаллы с адсорбционным слоем. Особые формы роста кристаллов. Эпитаксиальный рост кристаллов.

4.2. Анализ влияния пересыщения растворов на морфологию и метастабильность выделенных при кристаллизации веществ.

4.3. Выделение малорастворимых солей из водных растворов. Производство растворимости. Ионное произведение в растворе. Пересыщение. Индекс пересыщения. Роль пересыщения при осаждении малорастворимых солей. Факторы, влияющие на растворимость солей. Влияние гидролиза катиона. Условия осаждения гидроксидов и основных солей. Разделение металлов осаждением малорастворимых соединений. Закономерности соосаждения примесей. Изоморфное осаждение. Адсорбционное соосаждение примесей.

Основы процессов кристаллизации из растворов. Термодинамика кристаллизации из растворов. Двухкомпонентные и трехкомпонентные системы с участием воды. Пересыщенные растворы. Механизм и кинетика образования зародышей кристаллов. Рост кристаллов. Кинетика массовой кристаллизации. Использование кристаллизации для очистки солей от примесей и разделения, близких по свойствам элементов.

Тема 5. Гетерогенные реакции в твердых телах

5.1. Особенности превращений в твердых телах, Особенности термодинамики твердофазных превращений. Эмпирические и полуэмпирические методы оценки термодинамических характеристик твердофазных реакций. Закономерности зародышеобразования в твердофазных системах. Рост кристаллов. Твердофазные реакции, лимитируемые диффузией. Превращения без изменения состава. Кинетические модели твердофазных реакций с различными лимитирующими стадиями.

5.2. Обоснование выбора метода синтеза неорганического соединения с заранее заданными функциональными свойствами.

5.3. Реакции внедрения и ионного обмена как методы получения новых соединений на основе существующих структур. Синтез ионных проводников с помощью ионного обмена на основе слоистых структур (на примере синтеза β -глинозема). Гидротермальные методы, ускорение реакций между твердыми телами в гидротермальных условиях. Использование температур ниже критической для воды (374 °C) и сверхкритической воды (в условиях существования одной флюидной фазы).

Особенности синтеза образцовых неорганических соединений с использованием методик, включающих гетерогенные реакции. Получение оксидов термическим разложением солей, гидроксидов и кислот. Получение пероксидов и пероксидных солей. Получение дегидратированных соединений обезвоживанием кристаллогидратов. Синтез двойных солей и комплексных соединений. Получение изо- и гетерополикислот и их солей.

Содержание дисциплины включает 2 раздела и 5 тем. Изучение каждой темы аспирантами предусматривает лекцию (1 час, освоение новых знаний в интерактивной форме), практическое занятие (1 час, формирование у студентов умений и навыков решения практических задач с использованием усвоенных теоретических знаний) и самостоятельную работу (26,4 часа, изучение дополнительного материала по каждой теме и выполнение творческого задания с ориентацией на подготовку кандидатской диссертации). Соответственно в содержании каждой темы лекционный материал включен под пунктом 1.1...5.1, темы практических заданий – под п.1.2...5.2 и материал для самостоятельного изучения аспирантами под п.1.2...5.3). Для удобства подготовки к различным видам занятий и формам контроля темы практических занятий обобщены в таблице 3 и материал для самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Контроль усвоения лекционного материала предусмотрен в форме собеседования по каждой теме, представление оценочных средств – в форме вопросов. Наименование и представление оценочных средств дано, соответственно, в таблицах 3 и 4.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (п.п.1.2, 2.2,3.2, 4.2 и 5,2 из содержания дисциплины)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Влияние дефектов в кристаллах на кинетику твердофазных реакций	Творческое задание.	Темы творческих заданий.
2	2	Анализ факторов, способствующих возникновению метастабильных фаз при синтезе веществ в неравновесных условиях	Творческое задание.	Темы творческих заданий.
3	3	Анализ факторов способствующих повышению активности межфазной поверхности при гетерогенных реакциях в системах жидкость - твердое тело	Творческое задание.	Темы творческих заданий.
4	4	Анализ влияния пересыщения растворов на морфологию и метастабильность выделенных при кристаллизации веществ	Творческое задание.	Темы творческих заданий.
5	5	Обоснование выбора метода синтеза неорганических соединений с заранее заданными функциональными свойствами	Творческое задание.	Темы творческих заданий.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий. На самостоятельное изучение аспирантами выносятся материал из каждой темы, включенный в содержание дисциплины в п.п. 1,3, 2.3, 3.3, 4.3 и 5.3. В обобщенной форме этот материал представлен в таблице 4.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Идеальные и реальные фазы. Особенности конденсированного состояния вещества. Идеальные и неидеальные (реальные) фазы. Твердые растворы. Твердые вещества в аморфном и кристаллическом состоянии.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий

		Кристаллы и их симметрия		
2	2	Стабильные, нестабильные и метастабильные состояния твердых фаз. Синтез метастабильных фаз, как промежуточных соединений для активации гетерогенных реакций.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий
3	3	Поверхность раздела твердое тело – жидкость. Фазообразование на поверхности. Процессы в пористых материалах. Нанесенные жидкофазные катализаторы.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий
4	4	Выделение малорастворимых соединений из водных растворов. Основы процессов кристаллизации из растворов. Кинетика массовой кристаллизации.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий
5	5	Реакция внедрения и ионного обмена как методы получения новых соединений на основе существующих структур. Особенности синтеза образцовых неорганических соединений с использованием методик, включающих использование гетерогенных реакций.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Гетерогенные реакции в неорганических системах» 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, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие 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.

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

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «**Гетерогенные реакции в неорганических системах**» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.02 «Гетерогенные реакции в неорганических системах» <i>(индекс и полное название дисциплины)</i>	БЛОК 1 <i>(цикл дисциплины/блок)</i>			
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 40%; text-align: center; padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла </td> <td style="border: none; width: 20%;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40%; text-align: center; padding: 5px;"> <input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input type="checkbox"/> по выбору аспиранта </td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла		<input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input type="checkbox"/> по выбору аспиранта
<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла		<input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input type="checkbox"/> по выбору аспиранта		
04.06.01/ 02.00.01 <i>код направления / шифр научной специальности</i>	Химические науки / Гетерогенные реакции <i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i>			
2016 <i>(год утверждения учебного плана)</i>	Семестр(-ы): 4,5 Количество аспирантов: <u>2</u>			

Химико-технологический факультет

Кафедра «Химия и биотехнология»

*тел. 8(342)239-15-11; vvv@pstu.ru
(контактная информация)*

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Шрайвер, Дувард. Неорганическая химия : учебное издание : в 2 т. : пер. с англ. / Д. Шрайвер, П. Эткинс. — М.: Мир, 2013. - (Лучший зарубежный учебник) .- Т. 1 .- 2013 .- 679 с.	1

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2	Шрайвер, Дувард. Неорганическая химия : учебное издание : в 2 т. : пер. с англ. / Д. Шрайвер, П. Эткинс .— М.: Мир, 2013 .- (Лучший зарубежный учебник) .- Т. 2 .- 2013 .- 486 с.	1
3	Морачевский А.Г. Физическая химия. Гетерогенные системы: учебное пособие для вузов / А.Г. Морачевский, Е.Г. Фирсова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015. - 184 с.	2+ЭБС «Лань»
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Кнотько А.В. Химия твердого тела/А.В. Кнотько, И.Д. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. - М.: Издательский центр «Академия», 2006, - 304 с.	9
2	Келсалла Р. Научные основы нанотехнологий и новые приборы. Пер. с англ.: Научное издание/ Р.Келсалла, А. Хэмли, М.Геогеган (ред.) – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011, - 528 с.	2
3	Розовский А.Я. Гетерогенные химические реакции (кинетика и макрокинетика). – М.: Наука, 1980. – 324 с.	На кафедре
4	Суздаев И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: URSS, 2009.- 592 с.	9
5.	Ромбиди Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 456 с.	5
2.2 Периодические издания		
1	Журнал неорганической химии	
2.3 Нормативно-технические издания		
	-	
2.4 Официальные издания		
	-	

Основные данные об обеспеченности на _____

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

_____ Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____

Основная литература обеспечена не обеспечена

(дата контроля литературы)

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

_____ Н.В. Тюрикова

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

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
3. 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>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
4. 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>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
5. Национальна 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>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
6. Электронно-библиотечная система Библиокомплектатор [Электронный ресурс] : [платформа и полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Ай Пи Эр Медиа, Ай Пи Ар Букс. – [Саратов, 2016]. – Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
7. ScienceDirect [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. науч. журн. и кн. по обществ., естеств. и техн. наукам на англ. яз.] / Elsevier B. V. – Amsterdam, 2016. – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
8. ACS Publications [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по хим. наукам на англ. яз.] / American Chemical Society (ACS). – Washington, 2016. – Режим доступа: <http://www.pubs.acs.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
9. Springer [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн., кн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам, протоколы исследований на англ. и нем. яз.] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Cham, 2016. – Режим доступа: <http://link.springer.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

10. Wiley Online Library [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / John Wiley & Sons, Inc. – Hoboken, 1999-2016. – Режим доступа: <http://www.onlinelibrary.wiley.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

11. EBSCO Databases [Электронный ресурс] : [полнотекстовые базы данных журн. и кн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам на ин. яз.] / EBSCO Publishing. – Ipswich, 2016. – Режим доступа: <http://search.ebscohost.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

12. SAGE Journals [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / SAGE Publications. – Los Angeles, 2016. – Режим доступа: <http://online.sagepub.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

13. Taylor & Francis Online [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / Informa UK Ltd. – London, 2016. – Режим доступа: <http://www.tandfonline.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

14. JSTOR: Arts & Sciences VII Collection [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., обществ. и естеств. наукам на англ. яз.] / ИТНАКА. – New York, 2000-2016. – Режим доступа: <http://www.jstor.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

15. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

16. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

17. Oxford University Press. Journals [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. мультидисциплинар. журн. на англ. яз.] / Oxford University Press. – Oxford, 2015. – Режим доступа: <http://www.oxfordjournals.org>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

Использование открытых интернет - ресурсов не предусмотрено.

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Пер. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Office 2007 Professional	42661567	Подготовка отчетов по творческому заданию
2	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Windows 7 Professional	48648458	Операционная система

Начальник отдела технической поддержки

_____ Д.Л. Климов

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

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра ХиБТ	215, корпус Б (ХТФ)	50	5

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ 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 аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры "Декада" (локальная компьютерная сеть)	5	Оперативное управление	215, корпус Б (ХТФ)

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям
В.Н. Кортаев
» 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Гетерогенные реакции в неорганических системах»**

Направление подготовки	04.06.01 Химические науки
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Гетерогенные реакции
Научная специальность	02.00.04 Физическая химия
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Химия и биотехнология (ХиБТ)

Форма обучения	Очная
Курс: 2,3	Семестр (ы): 4,5

Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч

Виды контроля с указанием семестра:
Экзамен: - Зачёт: 4,5

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Гетерогенные реакции в неорганических системах» разработан 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.**
- **Общая характеристика программы аспирантуры;**
- **Паспорт научной специальности 02.00.01 - Неорганическая химия, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);**
- **Программа кандидатского минимума по научной специальности 02.00.01 - Неорганическая химия.**

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ХиБТ

Протокол от « » _____ 2017 г. № ____ .

Зав. кафедрой д-р техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)



(подпись)

Н.Б. Ходяшев
(Фамилия И.О.)

Руководитель д-р. хим. наук, проф.
программы (учёная степень, звание)



(подпись)

В.В. Вольхин
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации



(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.02 «Гетерогенные реакции в неорганических системах» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

ПК-1. Способность демонстрировать системное понимание в области взаимосвязи между составом, структурой и свойствами неорганических соединений в гетерогенных системах, являющихся местом протекания гетерогенных химических реакций..

ПК-3. Готовность выполнять оригинальные исследования в области гетерогенных химических реакций, протекающих в твердых телах и системах жидкость – твердое тело..

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия и самостоятельная работа аспирантов, в 5 семестре - практические занятия и самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Зачёт
Усвоенные знания				
3.1. знать основные положения о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами конденсированных фаз гетерогенных систем	С	ТВ		
3.2. знать зависимость свойств межфазных поверхностей раздела от их химического состава и структуры	С	ТВ		
3.3. знать методы активации твердофазных неорганических веществ и поверхностей раздела фаз	С	ТВ		
3.4. знать роль неравновесных условий при синтезе кристаллических соединений и их влияние на морфологию и свойства кристаллов			С	ТВ
Освоенные умения				
У.1. уметь прогнозировать кинетические параметры диффузионных стадий гетерогенных реакций			ОТЗ	ПЗ
У.2. уметь анализировать факторы, действующие в гетерогенных системах и способные вызывать образование метастабильных фаз при синтезе неорганических соединений в неравновесных условиях			ОТЗ	ПЗ

У.3. уметь анализировать факторы, способствующие повышению активности межфазной поверхности при гетерогенных реакциях в системах жидкость - твердое тело.			ОТЗ	ПЗ
Освоение владения				
В.1. владеть навыками выбора метода синтеза неорганических соединений с заранее заданными функциональными свойствами на основе представлений о взаимосвязи их химического состава, структуры и свойств;			ОТЗ	ПЗ
В.2. владеть навыками анализа влияния пересыщения растворов на метастабильность выделенных при кристаллизации неорганических веществ.			ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и итоговая аттестация в виде зачета (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
Незачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачетов (4,5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачетов.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
Незачтено	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено» (табл. 5).

Таблица 5

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
Зачтено	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
Незачтено	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать

необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые творческие задания:

1. На основе анализа данных из научных периодических источников обобщите информацию о типах дефектов в твердых телах и выявите общие закономерности о влиянии дефектов на кинетику твердофазных реакций. Могут ли влиять на скорость твердофазных реакций посторонние примеси? Какие зависимости кинетики гетерогенной реакции от содержания дефектов в твердой фазе представляют интерес для исследования применительно к Вашей диссертационной работе?
2. На основе анализа данных из научных периодических источников обобщите информацию об условиях синтеза твердых неорганических соединений, способствующих возникновению метастабильных фаз. Какие типы неравновесных условий могут приводить к образованию метастабильных фаз? Каковы механизмы образования метастабильных фаз? На основе критического анализа накопленной информации дайте оценку пользы или вреда этого явления. Как Вы планируете учитывать возможность образования метастабильных фаз в экспериментах с объектами диссертационной работы?
3. На основе анализа информации из научных периодических источников обобщите информацию о факторах, которые лимитируют гетерогенные реакции с участием твердых фаз. Выявите пути активации твердых фаз, которые позволяют интенсифицировать твердофазные реакции. Могут ли протекать превращения в твердых фазах без изменения состава? Какие методы активации могли бы Вы предложить для активации гетерогенных реакций в системах, которые являются объектом исследования в диссертационной работе?
4. Сформулируйте общие подходы к активированию твердых тел. Предложите способы повышения степени разупорядочения в поверхностных слоях и в объеме твердого тела. Можно ли совместить механическое активирование и химическое взаимодействие? Рассмотрите возможности других методов активирования. Дайте критический анализ разных методов активирования. Обоснуйте целесообразность использования активирования гетерогенных реакций, которые являются объектом исследования в диссертационной работе.
5. Проведите сравнительный анализ закономерностей соосаждения примесей с малорастворимыми неорганическими соединениям при протекании процессов изоморфного соосаждения и адсорбции. Какие возможности имеются у каждого из этих процессов для управления распределением примесей между жидкой и твердой фазами? Какова вероятность развития в каждом из этих процессов объемных и поверхностных явлений? Подготовьте прогноз, как ослабить или/, наоборот, усилить соосаждение в соответствии с заданными исследованиями в ходе синтеза или при работе с заранее полученным осадком? Можно ли ожидать перераспределения примесей в ходе старения осадков в маточном или специально приготовленном растворе?

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Особенности гетерогенных реакций, позволяющие выделить их в особую группу химических реакций.
2. Факторы, лимитирующие протекание гетерогенных реакций и возможные пути их активации.
3. Идеальные и реальные фазы. Особенности конденсированного вещества. Термодинамические функции неидеальных фаз.
4. Твердые растворы, их типы. Условия образования. Свойства. Методики теоретического предсказания термодинамических свойств твердых растворов.
5. Кристаллы и их симметрия. Индексы Миллера. Плоскости решетки и межпросторные расстояния. Элементы кристаллохимии.
6. Зависимость свойств твердых тел от содержания неравновесных дефектов. Влияние различных типов пересыщений на образование неравновесных дефектов.
7. Влияние на химическую активность материалов «собственных» микропримесей, механизм их действия.
8. Требования к равномерности распределения вводимых веществ в объеме материала. Методы, используемые для решения этой задачи.
9. Стабильные, нестабильные и метастабильные состояния твердых фаз. Методы идентификации стабильных и метастабильных фаз.
10. Условия, способствующие синтезу метастабильных фаз. Роль пересыщений при синтезе твердофазных веществ.
11. Морфологические и энергетические факторы, влияющие на реакционную способность поверхности раздела фаз. Поверхностные неоднородности.
12. Кинетика гомогенного и гетерогенного образования зародышей на поверхности кристаллов. Рост кристаллов, энергетические этапы.
13. Равновесные формы и габитус кристаллов. Особые формы роста кристаллов.
14. Примесные атомы на поверхности твердого тела. Поверхностные центры кислотного, основного и окислительно-восстановительного типов. Гетерогенные катализаторы.
15. Термодинамика поверхности и поверхности раздела фаз. Зависимость энергии поверхности фаз и межфазных границ от структуры и внешних условий.
16. Особенности поверхности раздела твердое тело – жидкость. Двойной слой и потенциалы.
17. Пористые материалы, их структуры. Капиллярные свойства. Термодинамические особенности сорбции микропористыми материалами.
18. Диффузионные процессы переноса в пористых материалах. Нанесенные жидкофазные катализаторы. Лиофиобизированные катализаторы.
19. Связывание инородных веществ на поверхности твердого тела. Особенности электронного строения поверхностных атомов и возможности их взаимодействия с сорбатом.
20. Адсорбция и возможность образования новой фазы. Теория добавок. Возможности активации и пассивации поверхности твердого тела с помощью добавок.
21. Рост кристаллов и адсорбция. Смешанные кристаллы с адсорбционным слоем. Эпитаксиальный рост кристаллов.
22. Выделение малорастворимых солей из водных растворов. Произведение растворимости. Ионные произведения в растворе. Индекс пересыщения. Роль пересыщения при осаждении.
23. Факторы, влияющие на растворимость солей. Влияние гидролиза катионов. Условия осаждения гидроксидов и основных солей.

24. Закономерности соосаждения примесей. Изоморфное осаждение. Адсорбционное соосаждения примесей.

25. Особенности термодинамики твердофазных превращений. Эмпирические и полуэмпирические методы оценки термодинамических характеристик твердофазных реакций.

26. Кинетические модели твердофазных реакций с различными лимитирующими стадиями.

27. Методы получения новых соединений на основе существующих структур. Реакции внедрения и ионного обмена.

28. Гидротермальные методы. Ускорение реакций между твердыми телами в гидротермальных условиях. Реакции в сверхкритических флюидных средах.

29. Выбор условий синтеза неорганических соединений с применением методик на основе гетерогенных химических реакций.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Скорость гетерогенных реакций в твердом теле зависит от дефективности кристаллов, обусловленной посторонними примесями. Проанализируйте варианты, когда примесные катионы изовалентны катионам кристалла – хозяина, и когда они имеют более высокий или меньший заряд по сравнению с основными катионами кристалла, и определите, в каком случае можно достигнуть увеличения уровня химической активности кристалла. Предложите вариант, который можно применить для повышения скорости гетерогенной реакции за счет формирования примесных дефектов в рамках исследования, проводимого при выполнении магистерской диссертации.

2. Пересыщение растворов существенно влияет на морфологию, структуру и свойства образующихся осадков малорастворимых соединений. Для заданного соединения (указано в задании), на основе справочных данных при разных значениях ионных произведений в растворе вычислите абсолютное и относительное пересыщения растворов. Рассмотрите факторы, которые могут влиять на величину пересыщения. Как пересыщение влияет на размер образующихся кристаллов? Предложите вариант осаждения малорастворимого вещества в форме малых по размеру кристаллов. Сделайте прогноз относительно поведения такого вещества в ненасыщенном растворе.

3. Зародышеобразование новой фазы играет большую роль в отношении возможности протекания процессов в твердой фазе. Проанализируйте влияние температуры на процесс зародышеобразования. Покажите, что является движущей силой, и чем определяется скорость процесса зародышеобразования. Как можно представить в общем виде уравнение скорости зародышеобразования? Проанализируйте возможности использования уравнения Аврами для обработки экспериментальных данных (на основе доли превращения).

4. На основе данных из научных периодических источников обобщите информацию о кристаллизации из водных растворов кристаллогидратов. Как в этих условиях определяется число компонентов? Выявите факторы, которые могут влиять на фазовый состав. Представьте варианты количественных расчетов по диаграммам растворимости. Исходя из механизма и кинетики процессов зародышеобразования и роста кристаллов, а также с учетом возможности пересыщения растворов при кристаллизации предложите методы управления кристаллизацией малорастворимых солей из водных растворов с получением кристаллогидратов с разным содержанием кристаллизационной воды. Предложите пути реализации этого подхода применительно к объектам исследования в Вашей диссертационной работе.

5. На основе накопления данных из научных периодических источников и обобщения информации проведите анализ утверждения о том, что свойства продуктов

неорганического синтеза зависят не только их химического состава и фазового состояния, но и от пути превращений в ходе синтеза. Как проявляются при этом неравновесные условия в ходе синтеза, нестехиометрия полученных твердофазных продуктов? Предложите, как использовать эти явления при синтезе материалов с разнообразными функциональными свойствами. Как решать задачу воспроизводимости свойств при получении твердофазных функциональных материалов? Рассмотрите эту проблему с позиций задач, решаемых в Вашей диссертационной работе.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачетов (4,5 семестры) в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ХиБТ».

Приложение 1
Пример типовой формы зачётного билета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Направление
04.06.01 Химические науки
Программа
Гетерогенные реакции
Кафедра
Химия и биотехнология

Дисциплина
«Гетерогенные реакции в неорганических системах»

БИЛЕТ № 1

1. Факторы, лимитирующие протекание гетерогенных реакций, и возможные пути активации реакций такого типа (контроль знаний).

2. Рассмотрите особенности реакций, протекающих на поверхности твердого тела. Покажите на примере адсорбции, какой может быть механизм процессов. С учетом лимитирующей стадии процесса осуществите выбор уравнений, позволяющих оценить скорость процесса адсорбции. Могут ли возникать условия, при которых проявится отрицательный порядок по реагенту? По каким признакам удастся установить смену режима процесса, например, переход его из диффузионного в кинетический (*контроль умений*).

3. Дайте теоретическое обоснование и предложите практические подходы к решению задачи по синтезу ионного соединения в метастабильном состоянии (*контроль умений и владений*).

Составитель _____
(подпись)

Вольхин В.В.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Ходяшев Н.Б.

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		