

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Химико-технологический институт  
Институт фундаментального образования

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке

В.В. Кружаев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ**

<b>Перечень сведений об образовательной программе</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> Технология неорганических веществ	<b>Код ОП</b> 18.06.01
<b>Направление подготовки</b> Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 18.06.01
<b>Уровень образования</b> Подготовка кадров высшей квалификации	
<b>Квалификация, присваиваемая выпускнику</b> Исследователь. Преподаватель - исследователь	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 883 от 30.07.2014 г., изменения № 464 от 30.04.2015 г.
<b>ФГОС ВО</b>	

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург  
2015

**Рабочая программа составлена авторами:**

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Марков В.Ф.	д.х.н., проф.	зав. каф.	физической и коллоидной химии	
2	Катышев С.Ф.	д.х.н., проф.	зав. каф.	технологии неорганических веществ	

**Рекомендовано Методическим советом УрФУ**

Председатель Методического Совета УрФУ

Е.В. Вострецова

**Согласовано:**

Начальник ОПНПК

О.А. Неволлина

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО):

Шифр направления	Название направления/направленности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
18.06.01	Химическая технология / Технология неорганических веществ	30.07.2014 с изменениями от 30.04.2015	883 изменения 464

### Цели, задачи и место дисциплины в структуре учебной деятельности

Дисциплина «Перспективные технологии неорганических веществ и материалов» относится к вариативной части по выбору ООП направления аспирантуры.

*Цели дисциплины:* Целью дисциплины является формирование представлений о современных неорганических веществах материалах, методах получения и их практическом применении.

Изучение дисциплины предполагает выполнение *следующей задачи:*

- освоение методов переработки и воздействия на неорганические вещества и материалы на их основе.

В результате изучения курса обучающийся должен:

*Знать:*

- методы получения неорганических веществ и материалов на их основе;
- физико-химические свойства неорганических материалов;
- технологические процессы, происходящие при получении неорганических веществ и материалов.

*Уметь:*

- применять теоретические знания для объяснения явлений, происходящих при получении неорганических веществ и материалов;
- ставить цели и формировать задачи, связанные с технологией неорганических веществ и материалов;
- применять на практике современные приемы и методы физических и физико-химических методов исследования неорганических веществ и материалов;
- интерпретировать результаты экспериментов и давать им научные объяснения.

*Владеть:*

- представлением о современном уровне развития технологий неорганических веществ и материалов;
- владеть профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области получения неорганических веществ и материалов;
- владеть навыками работы с научной литературой с целью определения направления исследования и решения специализированных научно-исследовательских задач;
- навыками анализа основных физико-химических процессов получения неорганических веществ и материалов;
- навыками работы с научной литературой с целью определения направления исследования и решения специализированных задач.

В результате освоения данной дисциплины аспирант должен овладеть следующими компетенциями:

**общепрофессиональными компетенциями (ОПК):**

- способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-4);
- способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных (ОПК-5).

**профессиональными компетенциями (ПК):**

**научно-исследовательская деятельность в области химической технологии:**

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 05.17.01 Технология неорганических веществ (ПК-1);
- готовность представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях, докладов на научных конференциях, рецензировать и редактировать научные статьи в области технологии неорганических веществ (ПК-2).

**Структура и распределение учебного времени**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е. / 108 час.

Наименования дисциплин, составляющих модуль	Семестр	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля						
		Аудиторные занятия час.				Самостоятельная работа час.	Аттестация по дисциплине (зачет, экзамен)	Всего час/з.е
		Всего	лекции	практические занятия	лабораторные работы			
Перспективные технологии неорганических веществ и материалов	5	8	4	4		100	зачет	108/3
Всего на освоение		8	4	4		100		108/3

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Содержание	
P1	Методы получения неорганических веществ и материалов	P1T1	Классификация методов получения по фазовому состоянию, по термодинамическим параметрам условий проведения процессов, по типу химических реакций.
		P1T2	Терминология технологии неорганических веществ. Блок-схемы технологии. Технологические операторы
P2	Кристаллизация в технологии	P2T1	Термодинамическое определение процесса кристаллизации. Понятие пересыщения системы. Способы выражения величины пересыщения. Способы создания пересыщения.

	неорганических веществ		<p>Кристаллизация из растворов. Свойства пересыщенных растворов. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Термодинамическая и кинетическая теории гомогенного зародышеобразования. Рост кристаллов как многостадийный процесс. Механизмы роста кристаллов: моноклеарный, полинуклеарный, дислокационный.</p>
		P2.T2	<p>Использование равновесных диаграмм для описания процесса кристаллизации Правила построения и использования равновесных диаграмм состояния. Правила соединительной прямой и рычага. Правило фаз Гиббса. Диаграммы растворимости в двухкомпонентных системах. Диаграммы растворимости в трех- и многокомпонентных системах.</p>
		P2.T3	<p>Методы массовой кристаллизации: изотермический, изогидрический, политермический, высоливание, вымораживание, вакуум-кристаллизация. Обоснование выбора метода</p>
P3	Методы химического осаждения	P3.T1	<p>Классификация малорастворимых неорганических соединений: гидроксиды и основные соли, карбонаты, фосфаты, галогениды, сульфиды и др. Особенности строения и свойств. Осадки постоянного состава и осадки переменного состава, определение и примеры систем с осадками постоянного и переменного состава.</p>
		P3.T2	<p>Методы химического осаждения. «Гетерогенное» химическое осаждение в системах с различным фазовым состоянием компонентов: «раствор - раствор», «раствор – газ», «раствор – твердое». Метод приливания и метод сливания растворов реагентов. «Гомогенное» химическое осаждение, особенности состояния исходной системы. Влияние способа осаждения на состав осадка и его технологические свойства. Стадии процесса химического осаждения. Индукционный период, влияние условий осаждения на продолжительность индукционного периода. Собственно осаждение, основные кинетические характеристики. Стадия старения осадков.</p>
		P3.T3	<p>Методы расчета условий селективного и совместного осаждения неорганических соединений и композиций. Влияние состава раствора на растворимость осадков. Технологические варианты проведения процесса химического осаждения: периодическое, полунепрерывное и непрерывное осаждение. Принципиальные технологические схемы.</p>
P4	Твердофазные процессы в технологии неорганических веществ	P4.T1	<p>Способы смешения дисперсных материалов. Оборудование. Способы механического измельчения твердых тел: дробления (крупного, среднего, мелкого), помола (крупного, среднего, мелкого). Мокрый помол. Оборудование. Способы классификации по крупности дисперсных материалов: грохочение, гидравлическая классификация, воздушная сепарация. Оборудование.</p>

		P4.T2	Гранулирование как сложный, многостадийный, технологический процесс. Назначение процесса гранулирования. Методы гранулирования в различных по фазовому состоянию системах. Технологические схемы процесса гранулирования
		P4.T3	Твердофазное взаимодействие как сложный многостадийный процесс. Стадии твердофазного взаимодействия. Термодинамическое обоснование протекания твердофазных химических реакций. Механизмы твердофазного взаимодействия. Теория твердофазных химических реакций Вагнера. Кинетика твердофазного взаимодействия. Обобщенная кинетическая кривая. Лимитирующие стадии твердофазного взаимодействия. Технологические схемы твердофазного синтеза.
P5	Адсорбция, ионный обмен, экстракция в технологии неорганических веществ	P5.T1	Абсорбция и адсорбция компонентов жидкими и твердыми поглотителями как технологический процесс разделения, очистки и концентрирования. Механизм процесса, основные стадии, движущие силы. Принципы подбора поглотителя. Регенерация поглотителя Примеры реализации. Ионный обмен. Термодинамические условия протекания. Строение веществ-ионообменников. Механизм процесса, основные показатели. Принципиальные технологические схемы.
		P5.T2	Экстракция в системах «жидкость – жидкость». Термодинамические условия осуществления. Использование равновесных диаграмм состояния для описания процесса. Показатели процесса экстракции: коэффициенты распределения и разделения. Понятия исчерпывающей и селективной экстракции. Влияние условий проведения на показатели процесса. Требования к экстрагентам. Особенности проведения жидкостной экстракции в ионных растворах. Основная аппаратура, принцип действия. Экстракция в каскаде. Экстракция в системах «жидкость – твердое». Аналитическое и графо-аналитическое описание процесса
P6	Катализ в технологии неорганических веществ	P6.T1	Виды каталитических реакций. Гомогенные и гетерогенные каталитические реакции, основные стадии. Определение лимитирующей стадии. Механизм основных каталитических реакций технологии неорганических веществ.
		P6.T2	Контактные массы (осажденные, нанесенные, пропитанные, смешанные). Металлические катализаторы. Активность, температура зажигания, селективность.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ РАБОТ

Код раздела, темы	Тема, раздел дисциплины	Объем учебного времени, отведенный на освоение дисциплины з.е./час					
		Аудиторные занятия				Самостоятельная работа	Всего по разделам
		всего	в т.ч. лекции	в т.ч. семинар/ практ. занятия	в т.ч. лаб. раб.		
P1	Методы получения неорганических веществ и материалов	1	1			16	17
P2	Кристаллизация в технологии неорганических веществ	1	1			16	17
P3	Методы химического осаждения	1	1			16	17
P4	Твердофазные процессы в технологии неорганических веществ	2	1	1		16	18
P5	Адсорбция, ионный обмен, экстракция в технологии неорганических веществ	1		1		16	17
P6	Катализ в технологии неорганических веществ	2		2		20	22
Итого по дисциплине		8	4	4	0	100	108

### 4. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНИВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Объективная оценка уровня соответствия результатов обучения требованиям к освоению ОП обеспечивается системой разработанных критериев (показателей) оценки освоения знаний, сформированности умений и опыта выполнения профессиональных задач.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.

Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

**Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине (проверяемые компетенции ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2):**

- Классификация методов получения неорганических веществ.
- Терминология технологии неорганических веществ.
- Кристаллизация в технологии неорганических веществ.
- Равновесные диаграммы состояния.
- Классификация малорастворимых неорганических соединений.
- Методы химического осаждения.
- Стадии процесса химического осаждения.
- Твердофазные процессы в технологии неорганических веществ
- Технологические варианты проведения процесса химического осаждения: периодическое, полунепрерывное и непрерывное осаждение.
- Способы смешения дисперсных материалов.
- Гранулирование как сложный, многостадийный, технологический процесс.
- Твердофазное взаимодействие как сложный многостадийный процесс.
- Адсорбция, ионный обмен, экстракция в технологии неорганических веществ
- Экстракция в системах «жидкость – жидкость».
- Катализ в технологии неорганических веществ
- Виды каталитических реакций.
- Гомогенные и гетерогенные каталитические реакции, основные стадии.
- Определение лимитирующей стадии.
- Металлические катализаторы.



## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

1. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие по курсам "Общая хим. технология" и "Моделирование хим.-технол. процессов" для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Хим. технология и биотехнология" и "Материаловедение. Изд. 3-е, перераб. и доп. М. : Университетская книга : Логос, 2009. 304 с.

#### 6.1.2. Дополнительная литература

1. Классен П.В., Гришаев И.Г. Основные процессы технологии минеральных удобрений. – М.: Химия, 1990. – 304 с.
2. Позин М.Е., Зинюк Р.Ю. Физико-химические основы неорганической технологии: Учеб. пособие для вузов. . – Л.: Химия, 1985. – 384 с.
3. Островский С.В. Химическая технология неорганических веществ: Учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та. 2008. – 300 с.
4. Химическая технология неорганических веществ: В 2-х кн.: Учеб. пособие для студентов вузов. /Т.Г.Ахметов, Р.Т.Порфирьева, Л.Г.Гайсин и др.; Под ред. Т.Г.Ахметова. – М.: Высшая школа. – Кн. 1. 2002. – 688 с.
5. Химическая технология неорганических веществ: В 2-х кн.: Учеб. пособие для студентов вузов. /Т.Г.Ахметов, Р.Т.Порфирьева, Л.Г.Гайсин и др.; Под ред. Т.Г.Ахметова. – М.: Высшая школа. – Кн. 2. 2002. – 534 с.
6. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов. Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интернет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
7. Соколов Р.С. Химическая технология. М.: Владос, Т.1 2003. – 367 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. – 10-е изд., стереотипное. – М.:ТИД «Альянс», 2004. – 757 с.
9. Бесков В. С. Общая химическая технология : учебник для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. направлениям подготовки бакалавров и дипломиров. специалистов. М.: Академкнига, 2006 . 452 с. : ил. ; 22 см.
10. Байрамов И.М. Химическая кинетика и катализ: Примеры и задачи с решениями: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /В.М.Байрамов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 320 с.

#### 6.1.3. Методические разработки

1. Миролюбов В.Р. Получение промышленной продукции методом химического осаждения. /В.Р.Миролюбов, С.Ф.Катышев. Учебное пособие. Екатеринбург. Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 92 с.
2. Миролюбов В.Р. Основы технологии минеральных удобрений: учеб. пособие /В.Р.Миролюбов, В.И.Гашкова. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 75 с.
3. Гашкова В.И., Тимохин В.Е., Шафрай В.В. Комплексная переработка флюоритового концентрата. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 256 с.
4. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Расчет условий образования твердой фазы халькогенидов металлов при гидрохимическом осаждении: Методические указания к лабораторной работе. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 27 с.
5. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Гидрохимический синтез фоточувствительных пленок сульфида свинца и твердых растворов замещения  $Cd_xPb_{1-x}S$ : Методические указания к лабораторной работе. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ 2004. 29 с
6. Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Определение периода кристаллической решетки и состава химически осажденных пленок твердых растворов замещения: Методические указания к лабораторной работе. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ 2005. 16 с.

7. Макурин Ю.Н., Степановских Е.И. Кинетические закономерности химических превращений УМК-Д 4451. [Электронный ресурс]: Ю.Н. Макурин, Е.И.Степановских. Екатеринбург: Образовательный портал УГТУ-УПИ. 2007. – Режим доступа: <http://study.ustu.ru>
8. Марков В.Ф., Мухамедзянов Х.Н., Маскаева Л.Н. Материалы современной электроники. Учебное пособие. Екатеринбург. Изд-во Уральского университета. 2014. 268 с.

### **6.2. Электронные образовательные ресурсы**

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>

Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>

Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>

Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>

Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>

### **6.3. Программное обеспечение**

Microsoft office (Word, Excel, Power point)

Adobe Reader

### **6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;

Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;

Scopus: <http://www.scopus.com>;

Reaxys: <http://reaxys.com>

Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>

Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>

Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>

## **7. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Уральский федеральный университет имеет материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации программы аспирантуры, обеспечения дисциплин (модулей), научно-исследовательской работы и практик, в соответствии с требованиями к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению направленности программы.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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