

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель программы аспирантуры



В.З. Пойлов

д.т.н., профессор кафедры ХТ

«11» «мая» 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры**

**«Избранные главы физической химии»**

<b>Научная специальность</b>	2.6.7. Технология неорганических веществ
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Технология неорганических веществ
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Химические технологии
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 4</b>
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Экзамен:	Зачет: 4 Диф.зачет

Пермь 2022

## 1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Избранные главы физической химии» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области физической химии.

### 1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы физической химии» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.6.7 - Технология неорганических веществ и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства; принципиальные схемы химических производств;
- химические, физические и физико-химические процессы, протекающие в реакторах и на стадиях переработки, а также с очисткой сырья и выделения целевого продукта.

### **Уметь:**

- разрабатывать физико-химические основы технологии получения продуктов с заданными свойствами;
- структурировать и вычленять отдельные физико-химические проблемы и вопросы, связанные с разработкой технологии химических соединений.

### **Владеть:**

- методами и средствами рационального выбора физико-химических параметров и условий при разработке технологии химических соединений;
- методами физико-химического исследования поверхностных явлений, пиролиза, окислительно-восстановительных процессов, высокотемпературной коррозии,

кристаллизации и гранулирования для разработки технологии производства химических веществ и соединений.

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		4 семестр
1	Аудиторная работа	21
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	16
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5
	Самостоятельная работа (СР)	51
	Форма итогового контроля:	Зачет

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

##### Раздел 1. Поверхностные эффекты и процессы

(Л – 0, ПЗ-8, СР – 26)

Тема 1. Физико-химические основы процессов смачивания и пенообразования.

Тема 2. Физико-химические процессы получения покрытий электрохимическими методами.

Тема 3. Физико-химические основы защиты от коррозии материалов, полученных по аддитивным технологиям.

Тема 4. Физико-химические основы получения тонкоплёночных покрытий методом пиролиза.

##### Раздел 2. Нано размерные и ультрадисперсные материалы

(Л – 0, ПЗ-8, СР – 25)

Тема 5. Высокотемпературные восстановительно-окислительные процессы в расплавах с участием наноразмерных компонентов.

Тема 6. Получение наноструктурных элементов методом пиролиза из газовой фазы.

Тема 7. Кристаллизация из растворов и расплавов. Получение компонентов ультравысокой чистоты.

Тема 8. Физико-химические основы процессов агломерации и гранулирования.

#### 4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Процессы смачивания поверхности восковых моделей керамическими суспензиями. Пенообразование в керамических суспензиях при перемешивании.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
2	2	Электрофоретические методы нанесения неэлектропроводящих	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.

		покрытий на металлические и керамические поверхности		
3	3	Технологии получения порошковых (аддитивных) материалов. Процессы высокотемпературной коррозии аддитивных материалов в агрессивной среде.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
4	4	Физико-химические основы получения тонкоплёночных покрытий из окислов металлов.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
5	5	Получение наноразмерных частиц твердой фазы за счёт проведения окислительно-восстановительных химических реакций в расплавах	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
6	6	Физико-химические основы технологии углеродных нанотрубок	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
7	7	Золь-гель технология получения кристаллического кварца оптической чистоты	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
8	8	Физико-химические основы агломерации и гранулирования химических удобрений	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.

#### 4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Процессы смачивания поверхности восковых моделей керамическими суспензиями. Пенообразование в керамических суспензиях при перемешивании.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Индивидуальная тема для проработки
2	2	Электрофоретические методы нанесения неэлектропроводящих покрытий на металлические и керамические поверхности	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Индивидуальная тема для проработки
3	3	Технологии получения порошковых (аддитивных)	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам

		материалов. Процессы высокотемпературной коррозии аддитивных материалов в агрессивной среде.		дисциплины. Индивидуальная тема для проработки
4	4	Физико-химические основы получения тонкоплёночных покрытий из окислов металлов.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Индивидуальная тема для проработки
5	5	Получение наноразмерных частиц твердой фазы за счёт проведения окислительно-восстановительных химических реакций в расплавах	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Индивидуальная тема для проработки
6	6	Физико-химические основы технологии углеродных нанотрубок	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Индивидуальная тема для проработки
7	7	Золь-гель технология получения кристаллического кварца оптической чистоты	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Индивидуальная тема для проработки
8	8	Физико-химические основы агломерации и гранулирования химических удобрений	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Индивидуальная тема для проработки

### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Избранные главы физической химии» 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;

### 6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

#### 6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; место нахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Физическая и коллоидная химия. Дисперсные системы: учеб.-метод. пособие / Е.А. Тиньгаева [и др.]. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 90 с.	ЭБ
2	Павлов, В. В. Кризис классической кинетической теории : монография / В. В. Павлов. — Саратов : Вузовское образование, 2020. — 433 с. — ISBN 978-5-4487-0709-4.	ЭБ URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/95854.html">https://www.iprbookshop.ru/95854.html</a>
3	Корж, Е. Н. Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие / Е. Н. Корж. — Севастополь : СевГУ, 2020. — 205 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	ЭБ URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/164934">https://e.lanbook.com/book/164934</a>
4	Белик В. В., Киенская К. И. Физическая и коллоидная химия : учебник. 10-е изд., стер. Москва : Академия, 2017. 287 с. 18,0 усл. печ. л.	3
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебно-методические, научные издания</b>		
1	Каплан И. Г. Межмолекулярные взаимодействия. Физическая интерпретация, компьютерные расчеты и модельные потенциалы : пер. с англ. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2017. 394 с. 32,50 усл. печ. л.	4
2	Черепанов, В. А. Химическая кинетика : учебное пособие / В. А. Черепанов, Т. В. Аксенова. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 132 с. — ISBN 978-5-7996-1745-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	ЭБ URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/66615.html">https://www.iprbookshop.ru/66615.html</a>
3	Морачевский А. Г., Фирсова Е. Г. Физическая химия. Гетерогенные системы : учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. 184 с. 10,08 усл. печ. л.	2
4	Попова А. А., Попова Т. Б. Физическая химия : учебное пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2015. 494 с. 26,04 усл. печ. л.	1
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	<i>Доклады академии наук</i>	
2	<i>Журнал неорганической химии</i>	
3	<i>Журнал общей химии</i>	
4	<i>Журнал прикладной химии</i>	
5	<i>Журнал физической химии</i>	
6	<i>Известия ВУЗов. Порошковая металлургия</i>	

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; место нахождения электронных изданий
1	2	3
7	Коллоидный журнал	
8	Композиты и наноструктуры	
9	Коррозия. Материалы и защита	
10	Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования	
11	Неорганические материалы	
12	Наноиндустрия	
13	Порошковая металлургия	
14	Практика противокоррозионной защиты	
15	Стекло и керамика	
16	Успехи химии	
17	Физика и химия стекла	
18	Физикохимия поверхности и защита материалов	
19	Электрохимия	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.	Техэксперт
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	Конституция Российской Федерации	КонсультантПлюс
2	Трудовой кодекс Российской Федерации	КонсультантПлюс
3	Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»	КонсультантПлюс

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### 6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. 1. Информационная система *Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс]* : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. **Консультант Плюс** [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный.

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

## 7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ 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 (локальная компьютерная сеть): Монитор: AOC 185LM00013 Мышь: OKLICK 105M Клавиатура: OKLICK 100M BLACK PS/2 Системный блок: Процессор – Intel Pentium CPU G2030 3.00GHz Материнская плата – ASUS P8B75-V Оперативная память – 4 ГБ Жесткий диск – 500 ГБ	10	Оперативное управление	305

## 8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

#### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и 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.

#### • 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.

#### Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

• **Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачета:**

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 зачета.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на **зачете**

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

**9. 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, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

**10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

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

1. Процессы смачивания поверхности восковых моделей керамическими суспензиями. Пенообразование в керамических суспензиях при перемешивании.
2. Физико-химические основы получения тонкоплёночных покрытий из окислов металлов
3. Получение наноразмерных частиц твердой фазы за счёт проведения окислительно-восстановительных химических реакций в расплавах

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

1. Золь-гель технология получения кристаллического кварца оптической чистоты
2. Технологии получения порошковых (аддитивных) материалов. Процессы высокотемпературной коррозии аддитивных материалов в агрессивной среде.
3. Технология агломерации и гранулирования химических удобрений

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ХТ».

**Программа**  
Технология неорганических веществ

**Кафедра**  
Химические технологии

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

**Дисциплина**

«Избранные главы физической химии»

**БИЛЕТ № 1**

1. Физико-химические основы получения тонкоплёночных покрытий из окислов металлов.
2. Технологии получения порошковых (аддитивных) материалов. Процессы высокотемпературной коррозии аддитивных материалов в агрессивной среде.
3. Выполнить технологические расчеты оборудования, используемого в технологии гранулирования химических удобрений.

Заведующий кафедрой ХТ \_\_\_\_\_  
(подпись)

В.Г. Рябов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_ г.

**Лист регистрации изменений**

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