

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.

« 26 » мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

Тонкий неорганический синтез
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль)

Химическая технология неорганических веществ

Квалификация выпускника
магистр

1. Цели и задачи дисциплины

1.. Целью освоения дисциплины «Тонкий неорганический синтез» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства энергонасыщенных материалов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов; нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериалов различной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующего типа: *научно-исследовательский*.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология.

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

№ п/п	Код компет енции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-4	Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство	ИД1 _{ПКв-4} - Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; знает и применяет нормативную и техническую документацию, технологические регламенты
			ИД2 _{ПКв-4} Проводит лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
			ИД3 _{ПКв-4} – Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-4} - Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; знает и применяет нормативную и техническую документацию, технологические регламенты	Знает: приемы поиска и анализа научно-технической информации по заданной тематике нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
	Умеет: Осуществлять поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; применять нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
	Владеет: навыками поиска и анализа научно-технической информации по заданной тематике нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
ИД2 _{ПКв-4} Проводит лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-	Знает: методы лабораторных исследований качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-

механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности	экологической безопасности
	Умеет: проводить лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
	Владеет: навыками лабораторных исследований качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
ИДЗ _{ПКВ-4} – Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами	Знает: информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами
	Умеет: использовать информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами
	Владеет: навыками использования информационных и телекоммуникационных технологий сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений «Дисциплины/модули» Блока 1 ООП. Дисциплина является дисциплиной по выбору.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы исследования веществ».

Дисциплина является предшествующей для освоения практик.

4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		2
	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	180	180
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	77,05	66,55
Лекции	19	19
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	57	57

<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	57	57
Консультации текущие	0,95	0,95
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	102,95	102,95
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9	9
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	53,95	53,95
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	30	30
Подготовка реферата	10	10

5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указывается в дидактических единицах)
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе.	<p>Высокотемпературные синтезы. Термодинамика высокотемпературных реакций. Энтальпийный и энтропийный фактор реакций. Закономерности изменения энтропии в реакциях различного типа (газ - твердое, твердое - твердое). Программы термодинамических расчетов с демонстрацией их использования для расчета равновесных составов многокомпонентных систем. Расчет "диаграммы осаждения" для реакции образования SiC (TiC). Элементарные сведения о технике высоких температур. Материалы нагревателей, термодар, контейнеров, тепловая изоляция. Проблема высокотемпературного взаимодействия материалов и ее решения.</p> <p>Металлотермия и самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Принципы регулирования процесса горения. Синтез боридов, карбидов, силицидов. Закономерности СВС сложных оксидов. Технологическое горение. Преимущества и недостатки СВС.</p>
2	Плазменный синтез.	<p>Механизмы генерации химически активных частиц. Равновесная плазма. Термодинамика плазмы. Сравнение классической и плазмохимической кинетики для гомогенных и гетерогенных реакций. Неравновесная (низкотемпературная) плазма; принципы получения. Плазмообразующие газовые среды и их выбор на основе термодинамических представлений. Плазма окислительная, восстановительная, нейтральная. Плазмохимический синтез NO, дициана, нитридов фосфора (термодинамические и кинетические аспекты). Синтез стабильных и метастабильных форм простых и сложных оксидов (ZrO₂, Al₂O₃, TiO₂, ферриты, цирконаты, титанаты). Синтез нитридов, карбидов, карбонитридов, оксинитридов, боридов. Синтез метастабильного алмазоподобного углерода. Гетерогенные процессы в неравновесной плазме</p>

		низкого давления. Закономерности плазменного окисления металлов и полупроводников. Плазма в микроэлектронике.
3	Синтез при высоком давлении.	<p>Газы, жидкости и твердые тела под давлением. Последовательность фазовых переходов при повышении давления. Сверхкритическое состояние вещества. Удельные объемы и сжимаемость. Металлизация.</p> <p>Представление об экспериментальной технике высоких давлений. Уникальные аппараты и предельные возможности. Проблемы диагностики сильносжатого состояния.</p> <p>Термодинамические и структурные критерии стабилизации твердых фаз при повышении давления. Термодинамика и практика синтеза алмаза из графита и фуллеренов. Структурные превращения корунда, перовскита, ильменита, пироклора и граната в перовскит (на примерах синтеза сложных оксидов и галогенидов).</p> <p>Кинетические эффекты высокого давления на примерах реакций $T1 + T2 = T3$. Эффекты сочетания высокого давления и сдвиговых деформаций. Синтез в ударных волнах (карбиды, галогениды, халькогениды, интерметаллиды).</p> <p>Давление и равновесие в системах с участием газовой фазы. Современное состояние проблемы синтеза NH_3. Синтез под высоким давлением летучего компонента (сложные оксиды и фториды, содержащие элементы в высоких степенях окисления). Лабораторные приемы создания высоких давлений водорода, кислорода и фтора. Подавление летучести компонентов при высоком давлении инертной атмосферы. Рост монокристаллов AIBVI, AIIIBV под высоким давлением инертной атмосферы и под слоем флюса.</p> <p>Синтез из флюидов в сверхкритическом состоянии. Гидротермальный синтез, его закономерности. Получение веществ при адиабатическом расширении закритических растворов (RESS-процесс).</p>
4	Механохимический синтез.	<p>Упругие свойства твердых тел, энергетика и кинетика диспергирования твердых веществ.</p> <p>Дефектообразование и активация при механическом воздействии. Физико-химические явления, сопровождающие диспергирование (локальный разогрев, возникновение высоких давлений, ускорение массопереноса, возникновение контактной разности потенциалов, экзо- и механоэмиссия электронов).</p> <p>Термодинамическая характеристика активированных твердых тел. Сравнительная кинетика тепловых и механохимических реакций. Воззрения на механизм инициирования механохимических реакций (тепловые теории, теории, выделяющие роль дислокаций и пластического течения, механизмы активного поверхностного состояния и электронных возбуждений).</p> <p>Механохимические реакции тв. + тв., тв. + газ, тв. + жидк. Окислительно-восстановительные механохимические реакции (восстановление оксидов, окисление сульфидов, восстановление нитратов). Реакции соединения (синтез сульфидов, фосфидов, карбидов, галогенидов, интерметаллидов, карбониллов). Механохимические обменные реакции</p>

		<p>(реакции в солевых системах эвтектического типа; синтез сложных гидридов, безводных ацетил-ацетонатов). Наиболее целесообразные направления применения механохимического воздействия в неорганическом синтезе.</p> <p>Синтез при ультразвуковом воздействии. Элементы физики ультразвука. Диагностический и технологический ультразвук. Сонохимическое оборудование. Явление кавитации.</p> <p>Факторы, влияющие на кавитацию (физико-химические свойства растворителя, чистота раствора, температура, давление, частота и мощность УЗ). Взаимодействие УЗ с гомогенной жидкой средой и гетерогенными системами Ж-Ж, Ж-Тв, Ж-Г. Химико-технологические процессы с участием УЗ: диспергирование жидкостей, получение коллоидных металлов, осаждение, фильтрация, измельчение и смешение твердых веществ, кристаллизация и электроосаждение металлов. УЗ-активация катализаторов.</p> <p>Механизм воздействия ультразвука на кинетику химических превращений. УЗ-интенсификация реакций интеркаляции и ионного обмена. Синтез кластерных карбониллов и солей карбониллов. Синтез металлоорганических соединений (Li-алкилы, реактивы Гриньяра)</p>
5	Криохимический неорганический синтез.	<p>Неаррениусовская кинетика при низких температурах. Туннельные эффекты и квантовая диффузия.</p> <p>Синтетические возможности метода матричной изоляции. Синтез гигантских кластеров металлов.</p> <p>Низкотемпературная соконденсация (на примере синтеза бис-аренов переходных металлов).</p> <p>Основные схемы криохимического синтеза многокомпонентных оксидных соединений.</p> <p>Задачи, решаемые с применением криохимической технологии: синтез оксидных продуктов с высокой гомогенностью, высокой дисперсностью, высокой реакционной способностью, синтез метастабильных модификаций.</p> <p>Механизмы процессов быстрого замораживания водных растворов. Стеклообразное состояние, метастабильные переохлажденные жидкости, кристаллизация при низких температурах.</p> <p>Физико-химические аспекты сублимации в системах "лед-соль". Роль сублимационного обезвоживания в формировании свойств солевых порошков и продуктов их термической обработки.</p> <p>Криозстрагирование и криоосаждение - альтернатива сублимации льда. Механизмы этих процессов и целесообразные области их применения.</p> <p>Синтез ферритов, твердых электролитов, ВТСП-материалов, сегнето- и пьезоэлектриков, адсорбентов, контактных композиционных материалов.</p>

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе.	4	12	20
2	Плазменный синтез.	4	12	20
3	Синтез при высоком давлении.	4	12	20

4	Механохимический синтез.	4	12	20
5	Криохимический неорганический синтез.	3	9	22,95

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе.	Физические воздействия при неорганическом синтезе.	4
2	Плазменный синтез.	Плазменный синтез.	4
3	Синтез при высоком давлении.	Синтез при высоком давлении. Синтез в ударных волнах	4
4	Механохимический синтез.	Механохимический синтез. Синтез при ультразвуковом воздействии.	4
5	Криохимический неорганический синтез.	Криохимический неорганический синтез. Механизмы процессов быстрого замораживания	3

5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
	<i>не предусмотрены</i>		

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе.	Получение и исследование свойств дихромата аммония. Получение и исследование свойств оксида меди (I).	12
2	Плазменный синтез.	Получение и исследование свойств тиосульфата натрия. Получение и исследование свойств нитрида трийода.	12
3	Синтез при высоком давлении.	Получение и исследование свойств меди. Выделение поташа из золы.	12
4	Механохимический синтез.	Получение и исследование свойств сульфата меди (II). Получение и исследование свойств комплексных соединений меди (II).	12
5	Криохимический неорганический синтез.	Получение хлорида гексаамминникеля (II).	9

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Общие принципы применения физических воздействий при синтезе.	Проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; оформление отчетов по лабораторным работам.	20
2	Плазменный синтез.	Проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям;	20

		оформление отчетов по лабораторным работам.	
3	Синтез при высоком давлении.	Проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; оформление отчетов по лабораторным работам.	20
4	Механохимический синтез.	Реферат, проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; оформление отчетов по лабораторным работам.	20
5	Криохимический неорганический синтез.	Реферат, проработка материалов по конспекту лекций; подготовка по учебным пособиям; оформление отчетов по лабораторным работам.	22,95

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

1. Черкасова, Т. Г. Основы неорганического синтеза [Текст] /Т. Г. Черкасова, Э. С. Татарина, Н. А. Тарбеева, Т. М. Шеченко, Н. Н. Чурилова, Г. В. Кохно, О. А. Кузнецова. – Кемерово: Изд-во КузГТУ, 2007 г.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6647

2. Тонкие химические технологии, научно-технический журнал МИТХТ им. М.В. Ломоносова https://e.lanbook.com/journal/2361#journal_name

6.2 Дополнительная литература:

1. Химия [Текст]: большой энциклопедический словарь / гл. ред. И. Л. Кнунянц. - 2-е (репринтное) изд. - М. : БРЭ, 2000 г. - 792 с.

2. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий [Текст] / научно-теоретический журнал, ВГУИТ. - Воронеж, 2012-2022 г.

3. Журнал физической химии [Текст] / - М. : Наука, 2011-2022 г.

4. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология: научно-технический журнал [Текст] / - Иваново, 2010-2019 г.

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Тонкий неорганический синтез», [Текст] /С.И. Нифталиев, Л.В. Лыгина. – Воронеж: ВГУИТ, 2020.
<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/61980>

2. Учебно-методический комплекс дисциплины, размещенный в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ
<http://education.vsu.ru/course/view.php?id=1899>

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

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования	https://minobrnauki.gov.ru/

РФ	
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы:

- ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ» <https://education.vsu.ru/>,

- автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры» <https://training.i-exam.ru/>,

- базы данных по химии <https://chemister.ru/Links/database.htm>,

- отечественные базы данных по химии

<http://www.chem.msu.su/rus/library/rusdbs.html>,

- химия. Базы данных

https://elementy.ru/catalog/t39/Khimiya/q29/bazy_dannykh.

- Тестовые задания в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsu.ru/>.

- Информационная справочная система. Портал фундаментального химического образования ChemNet. Химическая информационная сеть: Наука, образование, технологии <http://www.chemnet.ru>

- справочная система. Сайт о химии. Неорганическая химия.

<https://www.xumuk.ru/nekrasov>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционная аудитория № 37, № 020 кафедры неорганической химии и химической технологии, оснащенная мультимедийной техникой: мультимедийный проектор Ben Q MW 519; сетевой коммутатор для подключения к компьютерной сети (Интернет);

2. Аудитории № 029, 027, 022, 016, 025 кафедры неорганической химии и химической технологии с необходимым оборудованием для проведения лабораторных работ:

- рН-метр РНер-4,

- электролизер,

- гальванометр, источник питания постоянного тока Б5.30/3, электроды,

- дифференциальный теплопроводящий микрокалориметр МИД - 200,

- аналитические весы ВЛР – 200,

- технические весы NKS – 1008,

- наборы химической посуды и реактивов для выполнения лабораторного практикума,

- печь муфельная ЭКПС 10,

- термостат электрический суховоздушный охлаждающий ТСО-1/80,

- шкаф сушильный ШС-80-01,

- наборы для демонстрационных опытов: гальванический элемент, химическое равновесие, электролиты и др.

7. Аппаратура, применяемая для НИРС:- криоскоп Testo 735-2, потенциостатический комплекс IPC – Compact, аналитические весы WA 34 TYP PRLT A-14, термоанализатор STA 409 LUXX фирмы NETZSCH, семисекционная

электродиализная ячейка с платиновым анодом и катодом, мульти-сенсорная пьезокварцевая ячейка детектирования.

8. Центр коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективных проектов», оснащенные специализированной мебелью для занятий, химической посудой; весами техническими – WS-23.; весами аналитическими ВЛР-200,WA-34; иономером U-130; термостатом U-8; термометром Testo; pH-метром РНер-4; Колориметром КФК-2, КФК-2МП; микрокалориметром МИД-200; вольтметрами цифровыми – Щ68003; pH-метрами 121, 340; шкафом сушильным 2В-151; аквадистиллятором ДЭ-15; прибором синхронного термического анализа STA.

9. Аудитория № 39 кафедры неорганической химии и химической технологии для самостоятельной работы, оснащенная комплектами мебели для учебного процесса, компьютерами со свободным доступом в Интернет.

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

РП ВГУИТ «Тонкий неорганический синтез»

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной формы обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	180	180
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	28,45	28,45
Лекции	7	7
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	21	21
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	21	21
Консультации текущие	0,35	0,35
Рецензирование контрольных работ обучающихся (заочной формы обучения)	0,8	0,8
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	151,55	151,55
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4	4
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	131,55	131,55
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	6	6
Выполнение контрольной работы	10	10
Подготовка к зачету (контроль)	3,9	3,9

**АННОТАЦИЯ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ
«Тонкий неорганический синтез»**
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-4	Способность к проведению научных исследований и внедрению результатов научно-исследовательских разработок в производство	ИД1 _{ПКв-4} - Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; знает и применяет нормативную и техническую документацию, технологические регламенты
			ИД2 _{ПКв-4} Проводит лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
			ИД3 _{ПКв-4} – Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-4} - Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; знает и применяет нормативную и техническую документацию, технологические регламенты	Знает: приемы поиска и анализа научно-технической информации по заданной тематике нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
	Умеет: Осуществлять поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике; применять нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
	Владеет: навыками поиска и анализа научно-технической информации по заданной тематике нормативную и техническую документацию, технологические регламенты тонкого неорганического синтеза
ИД2 _{ПКв-4} Проводит лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности	Знает: методы лабораторных исследований качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
	Умеет: проводить лабораторные исследования качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности
	Владеет: навыками лабораторных исследований качества сырья и материалов, включая спектральный, рентгенофазовый, электронно-микроскопический, химический и физико-механический анализ, в соответствии с ГОСТ и стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности

ИДЗ _{ПКв-4} – Использует информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами	Знает: информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами
	Умеет: использовать информационные и телекоммуникационные технологии сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами
	Владеет: навыками использования информационных и телекоммуникационных технологий сбора, размещения, хранения, накопления, преобразования и передачи данных в профессионально-ориентированных информационных системах производства материалов с заданными свойствами

Содержание разделов дисциплины. 1. Общие принципы применения физических воздействий при синтезе. Высокотемпературные синтезы. Термодинамика высокотемпературных реакций. Металлотермия и самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Принципы регулирования процесса горения. Синтез боридов, карбидов, силицидов. Закономерности СВС сложных оксидов. Технологическое горение. Преимущества и недостатки СВС. Плазменный синтез. Механизмы генерации химически активных частиц. Равновесная плазма. Термодинамика плазмы. Сравнение классической и плазмохимической кинетики для гомогенных и гетерогенных реакций. Неравновесная (низкотемпературная) плазма; принципы получения. Синтез при высоком давлении. Газы, жидкости и твердые тела под давлением. Последовательность фазовых переходов при повышении давления. Сверхкритическое состояние вещества. Удельные объемы и сжимаемость. Металлизация. Механохимический синтез. Упругие свойства твердых тел, энергетика и кинетика диспергирования твердых веществ. Дефектообразование и активация при механическом воздействии. Физико-химические явления, сопровождающие диспергирование Механохимические реакции тв. + тв., тв. + газ, тв. + жидк. Окислительно-восстановительные механохимические реакции (восстановление оксидов, окисление сульфидов, восстановление нитратов). Реакции соединения (синтез сульфидов, фосфидов, карбидов, галогенидов, интерметаллидов, карбониллов). Механохимические обменные реакции (реакции в солевых системах эвтектического типа; синтез сложных гидридов, безводных ацетилацетонатов). Наиболее целесообразные направления применения механохимического воздействия в неорганическом синтезе. Синтез при ультразвуковом воздействии. Элементы физики ультразвука. Диагностический и технологический ультразвук. Сонохимическое оборудование. Явление кавитации. Криохимический неорганический синтез. Синтетические возможности метода матричной изоляции. Синтез гигантских кластеров металлов. Роль сублимационного обезвоживания в формировании свойств солевых порошков и продуктов их термической обработки. Криоэкстрагирование и криоосаждение - альтернатива сублимации льда. Механизмы этих процессов и целесообразные области их применения. Синтез ферритов, твердых электролитов, ВТСП-материалов, сегнето- и пьезоэлектриков, адсорбентов, контактных композиционных материалов.