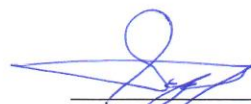


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР



Бурмистров А.В.
« 20 » 06 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Б1.В.ДВ.11.2 по дисциплине «Твердофазные реакции»

Направление подготовки **18.03.01 – «Химическая технология»**

Профиль подготовки **Технология неорганических веществ**

Квалификация выпускника **БАКАЛАВР**

Форма обучения **ЗАОЧНАЯ**

Институт, факультет **Нефти, химии и нанотехнологий, факультет
химических технологий**

Кафедра-разработчик рабочей программы **Технология неорганических
веществ и материалов**

Курс 4, семестр 8

Курс 5, семестр 9

Лекции	Часы		Зачетные единицы	
	8 сем.	9 сем.	7 сем.	8 сем.
Лекции	2	4		
Практические занятия				
Лабораторные занятия		6		
Самостоятельная работа	7	85		
Форма аттестации Зачет		4		
Всего	108		0,25	2,75

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11.08.2016 по направлению 18.03.01 «Химическая технология» для профиля «Технология неорганических веществ», на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы

Профессор каф. ТНВМ



Ахметова Р.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТНВМ, протокол от 15.06.2019г. № 18

Зав. кафедрой



Хапринов А.И.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета Химических технологий, к которому относится кафедра-разработчик РП от 20.06.2019 г. №9

Председатель комиссии, доцент



Виноградова С.С.

Нач. УМЦ, доцент



Китаева Л.А.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **«Твердофазные реакции»** являются:

- а) получение бакалаврами теоретических знаний по термодинамике, кинетике твердофазных реакций;
- б) получение навыков термодинамических и кинетических расчетов по термограммам, умению их использования при выборе оптимальных технологических режимов в технологии неорганических веществ.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Твердофазные реакции»** относится к вариативной; дисциплины по выбору ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки **«Химическая технология»** набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности.

Для успешного освоения дисциплины **«Твердофазные реакции»** бакалавр по направлению подготовки **«Химическая технология»** должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.10 Общая и неорганическая химия.
- б) Б1.В.ОД.12 Теоретические основы технологии неорганических веществ.
- в) Б1.В.ОД.13 Химическая технология неорганических веществ, ч.1
- г) Б1.В.ОД.14 Химическая технология неорганических веществ, ч.2
- д) Б1.В.ДВ.6.1 Кристаллохимия
- е) Б1.В.ДВ.6.2 Минералогия и кристаллография

Дисциплина **«Твердофазные реакции»** является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.ОД.15 Оборудование и основы проектирования по технологии неорганических веществ.

Знания, полученные при изучении дисциплины **«Твердофазные реакции»** могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки **«Химическая технология»**.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ПК–4 способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;

2. ПК–16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

3. ПК–18 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности;

4. ПК–20 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) методики расчетов кинетических и термодинамических параметров в технологии неорганических веществ;

б) методики интерпретации результатов исследований твердофазных реакций.

2) Уметь:

а) применять теоретические знания по твердофазным реакциям при производстве неорганических материалов на практике;

б) обеспечивать расчеты для обоснования производственного процесса.

3) Владеть:

а) методиками расчета основных кинетических и термодинамических характеристик в производстве неорганических веществ;

б) знаниями о типах твердофазных реакций;

в) знаниями по анализу кинетических уравнений, используемых при анализе полученных экспериментальных данных.

Структура и содержание дисциплины «Твердофазные реакции»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)			Информа- ционные и другие образова- тельные технологии, использу- емые при осущест- влении образова- тельного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек- ции	Лаборатор- ные занятия	СРС		
1	Твердофазные реакции. Классификация	8	2	-	7	-	
2	Термодинамика твердофазных реакций	9	1	-	10	-	Контрольная работа, тест

3	Поведение твердых тел при нагревании.	9	1		10	-	Контрольная работа, тест
4	Кинетика гетерогенных реакций	9	1		10	-	Контрольная работа, тест
5	Физические модели гетерогенных реакций.	9	1		10		Контрольная работа, тест
6	Новые методы реализации твердофазных реакций	9			14		Контрольная работа, тест
7	Спекание, его виды	9		3	9		Отчет по лабораторной работе, контрольная работа, тест
8	Рекристаллизация	9			13		Контрольная работа, тест
9	Изучение твердофазных гетерогенных реакций	9		3	9		Отчет по лабораторной работе, контрольная работа, тест
Форма аттестации		2+4	6	7+85			Зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	Твердофазные реакции. Гетерогенные и гетерофазные реакции. Топохимические реакции. Классификации твердофазных реакций и примеры их промышленной реализации.	2	Твердофазные реакции Гетерогенные и гетерофазные реакции. Топохимические реакции. Классификации твердофазных реакций	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
2	Термодинамика твердофазных реакций. Расчет термодинамических параметров реакции. Анализ результатов расчетов.	1	Термодинамика твердофазных реакций. Расчет термодинамических параметров реакции.	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
3	Поведение твердых тел при нагревании. Элементарные процессы, протекающие	1	Поведение твердых тел при нагревании Реальные кристаллы, дефекты	ПК–4 ПК–16 ПК–18

	при проведении твердофазных реакций: спекание, полиморфное превращение, плавление, рекристаллизация и др.		кристаллов. Диффузия в твердых телах, самодиффузия и гетеродиффузия. Механизм диффузии в твердых телах.	ПК–20
4	Кинетика гетерогенных реакций. Периоды гетерогенных реакций и проявление их на кинетических кривых.	1	Кинетика гетерогенных реакций. Кинетические кривые, индукционный период	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
5	Лимитирующие стадии гетерогенных реакций. Физические модели и кинетические уравнения гетерогенных реакций. Влияние различных факторов на кинетику гетерогенных реакций.	1	Влияние различных факторов на кинетику гетерогенных реакций	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
		2+6		

6. Содержание практических занятий (не предусмотрено учебным планом)

7. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием общедоступного оборудования,

Цель проведения лабораторных работ: практическое освоение основных методов получения различных неорганических материалов и исследования твердофазных реакций

№	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Спекание, его виды	3	1. Изучение влияния характеристик сырья (влажность, гранулометрический состав, наличие примесей) на скорость спекания и свойства получаемых материалов 2. Изучение влияния характеристик сырья свойства получаемых материалов	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
2	Изучение твердофазных гетерогенных реакций	3	1. Изучение работы и принцип действия дериватографа 2. Расчет термодинамических и кинетических характеристик твердофазных реакций	
		6		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Твердофазные реакции в технологии неорганических веществ. Гетерогенные и гетерофазные реакции. Топохимические реакции. Классификации твердофазных реакций	7		ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
2	Термодинамика твердофазных реакций. Расчет термодинамических параметров реакции.	10	Подготовка к контрольной работе	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
3	Поведение твердых тел при нагревании Реальные кристаллы, дефекты кристаллов. Диффузия в твердых телах, самодиффузия и гетеродиффузия. Механизм диффузии в твердых телах.	10	Подготовка к контрольной работе	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
4	Кинетика гетерогенных реакций. Кинетические кривые, индукционный период	10	Подготовка к контрольной работе	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
5	Влияние различных факторов на кинетику гетерогенных реакций	10	Подготовка к контрольной работе	ПК–4
6	Новые методы реализации твердофазных реакций. Расплавотермический синтез. Высокочастотный и сверхчастотный синтез. Радиационно-термический синтез. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез тугоплавких соединений.	14	Подготовка к контрольной работе	ПК–16 ПК–18 ПК–20
7	Термодинамика и механизмы твердофазного спекания. Коалесценция. Спекание путем испарения– конденсации, пластической деформации под давлением. Реакционное спекание.	9	Подготовка к контрольной работе	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
8	Рекристаллизация. Первичная и вторичная рекристаллизация. Механизм и кинетика процесса	13	Подготовка к контрольной работе	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
9	Использование метода ДТА для изучения кинетики реакций. Анализ и интерпретация кинетических данных. Физико-химические исследования	9	Подготовка к контрольной работе	ПК–4 ПК–16 ПК–18 ПК–20
		7+85		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Твєдофазные реакции» используется рейтинговая система.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

При изучении дисциплины предусматривается выполнение лабораторной работы, контрольной работы и тестирование. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Отчет по лабораторной работе	2	20	30
Контрольная работа	1	20	30
Тестирование (промежуточный контроль)		20	40
Итого:		60	100

Максимальное количество баллов за семестр составляет 100 баллов, минимальное количество баллов – 60.

Таблица - перерасчет рейтинга в 4-балльную шкалу оценки:

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{\text{дис}} < 60$ $60 \leq R_{\text{дис}} < 73$ $73 \leq R_{\text{дис}} < 87$ $87 \leq R_{\text{дис}} < 100$	«неудовлетворительно» (2) «удовлетворительно» (3) «хорошо» (4) «отлично» (5)

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Твердофазные реакции» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Кригер, В.Г. Избранные главы химии твердого тела: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Г. Кригер, А.В. Каленский, М.В. Ананьева. — Электрон. дан. — Кемерово: КемГУ, 2014. —139 с. —	ЭБС Лань https://e.lanbook.com/book/58328 Доступен с IP адреса КНИТУ
2. Косенко, Н.Ф. Регулирование реакционной способности твердых фаз [Электронный ресурс]: монография — Электрон. дан. — Иваново: ИГХТУ, 2013. — 224 с.	ЭБС Лань https://e.lanbook.com/reader/book/63666 Доступен с IP адреса КНИТУ
3. Буданов, В.В. Химическая кинетика [Электронный ресурс]: учеб. пособие —Электрон. дан. — Иваново: ИГХТУ, 2011. —177 с.	ЭБС Лань https://e.lanbook.com/reader/book/4527 Доступен с IP адреса КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учеб. / В.И. Марголин [и др.]. —Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. —464 с.	ЭБС Лань https://e.lanbook.com/reader/book/4310 Доступен с IP адреса КНИТУ
2. Ильин, А.П. Химия твердого тела [Электронный ресурс]: учеб. пособие /А.П. Ильин, Н.Е. Гордина. — Электрон. дан. —Иваново: ИГХТУ, 2006. —216 с.	ЭБС Лань https://e.lanbook.com/book/4486 Доступен с IP адреса КНИТУ
3. Ильин, А.П. Научные основы приготовления катализаторов. Творческое наследие и дальнейшее развитие работ профессора И.П. Кириллова [Электронный ресурс]: монография —Электрон. дан. — Иваново: ИГХТУ, 2008. —156 с.	ЭБС Лань https://e.lanbook.com/reader/book/4474 Доступен с IP адреса КНИТУ
4. Андреев, Ю.Я. Физика и химия твердого тела. Точечные дефекты в ионных кристаллах. Методические указания [Электронный ресурс]: метод. указ. /Ю.Я. Андреев, А.В. Новиков, Е.А. Новикова. — Электрон. дан. — Москва: МИСИС, 2003. —82 с.	ЭБС IPR BOOKS http://www.iprbookshop.ru/56747.html Доступен с IP адреса КНИТУ

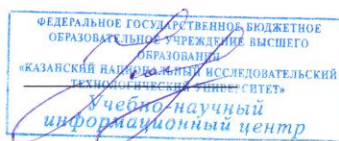
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Твердофазные реакции» использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ. – <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ЮРАЙТ». – <http://www.biblio-online.ru/>
3. ЭБС Консультант студента. – <http://www.studentelibrary.ru/>
4. ЭБС BOOK.RU. – <http://www.book.ru>.

Согласовано:

УНИЦ КНИТУ



10.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научная электронная библиотека (РУНЭБ). – <http://elibrary.ru>.
2. Журнал успехи в химии и химической технологии – <http://acct.muctr.ru>
3. Журнал "Неорганические материалы" – <http://www.maik.ru/ru/journal/neorgmat>.
4. Химия и химическая технология в жизни – [http:// www.chemfive.ru/](http://www.chemfive.ru/)
5. Успехи современного естествознания – <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=9002>
6. Интернет-журнал о нанотехнологиях. – <http://www.nanodigest.ru>.
7. Российский электронный НАНОЖУРНАЛ. – <http://www.nanorf.ru>.
8. Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям – <http://www.nano-info.ru>.

10. *Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины*

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. *Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).*

1. Лекционные занятия:

- а. комплект электронных презентаций/слайдов;
- б. аудитория, оснащенная презентационной техникой - проектор, экран, компьютер/ноутбук;

2. Лабораторные занятия: рабочее место студентов, обеспеченное реактивами и приборами согласно тематике выполняемой лабораторной работы

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Твердофазные реакции»:

Офисные и деловые программы MS Office 2007 Professional Russian

13. *Образовательные технологии*

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах 4 часа – лабораторные занятия (работа в группе).

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- работа в малых группах.