

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической
работе, д-р филол. наук, профессор

Е.Г. Елина



2016 г.

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ**

Направление подготовки кадров высшей квалификации

04.06.01 Химические науки

Направленность

Физическая химия

Квалификация (степень) выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная

Саратов, 2016

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физико-химический анализ многокомпонентных систем» является овладение знаниями теоретических основ физико-химического анализа и методов изучения фазовых состояний систем в зависимости от природы компонентов и температуры, а также формирование у будущего специалиста представлений о наиболее актуальных направлениях исследований в области гетерогенных равновесий многокомпонентных систем для развития науки и производства. Усвоение материала курса важно при выполнении диссертационных работ.

Основными задачами курса являются:

- овладение теоретическими основами физико-химического анализа двух-, трех- и четырехкомпонентных многофазных систем;
- овладение современными методами физико-химического анализа многокомпонентных систем (визуально-политермический метод, метод сечений Мерцлина, метод изотермического титрования, методы определения составов критических растворов, методы рентгенофазового и термического анализов) и его терминологией;
- овладение методами работы с научными базами физико-химических данных.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «Физико-химический анализ многокомпонентных систем» (Б1.В.ОД.2.2) является обязательной, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части ООП по направлению подготовки **04.06.01 «Химические науки»**, направленность – **физическая химия**.

Дисциплина «Физико-химический анализ многокомпонентных систем» изучается в 4 семестре.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе обучения в магистратуре при изучении специальных дисциплин, а также при обучении в 1-3 семестрах аспирантуры при изучении таких дисциплин, как «Методы неравновесной и статистической термодинамики в химии», «Информационные технологии в научном исследовании», «Информационные ресурсы и базы данных». Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ООП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

3. Результаты обучения, определенные в картах компетенций и формируемые по итогам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Физико-химический анализ многокомпонентных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области физико-химического анализа многокомпонентных систем с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

способностью анализировать, систематизировать и обобщать собственные оригинальные результаты научных исследований в области физико-химического анализа многокомпонентных систем в рамках выполнения диссертационной работы в соответствии с установленными требованиями к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) с учетом последних мировых достижений по избранной научной специальности и предлагать пути их использования (ПК-2);

В результате освоения дисциплины аспирант должен

знать:

методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области физико-химического анализа многокомпонентных систем, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в этой области; закономерности, правила и принципы физико-химического анализа многокомпонентных систем, основные закономерности топологии и топологической трансформации фазовых диаграмм двойных, тройных и четверных систем в зависимости от природы компонентов и температуры; методы исследования гетерогенных равновесий и способы изображения состава двойных, тройных и четверных систем; основные источники научной информации в области физико-химического анализа и требования к представлению информационных материалов;

уметь:

грамотно выбирать методы и методики исследования систем различной компонентности; умеет аргументированно выстроить методологию изучения фазовой диаграммы многокомпонентной системы на основе свойств компонентов и входящих систем низшей компонентности; анализировать и интерпретировать наблюдаемые экспериментальные данные по фазовым равновесиям в исследуемых системах; применять принципы научного планирования эксперимента на основе схем топологической трансформации систем и оптимизировать процесс исследования; проводить общую оценку эффективности инвестиционных проектов; вести корректную дискуссию в

процессе представления научных материалов, отстаивать собственную научную концепцию;

владеть:

систематическими знаниями по физико-химическому анализу многокомпонентных систем; углубленными знаниями по фазовым диаграммам многокомпонентных систем; навыками профессионального мышления; логикой научного исследования; методами поиска научной информации, навыки работы с базами научных данных и научной литературой в ходе самостоятельной работы, первичной обработки и анализа научных данных, современными методами математической и статистической обработки химических данных; терминологией физико-химического анализа при проведении презентации проведенного исследования.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

№ п/п	Раздел дисциплины	Се м е ст р	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по темам) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекци и	практ ическ ие	СР	
I	Раздел 1. Двухкомпонентные системы					
1.1	Значение теории гетерогенных равновесий. Методы изображения состава двойных систем. Применение правила фаз к двойным системам. Равновесие жидкость-жидкость; типы диаграмм растворимости двойных систем с расслаиванием и методы их изучения.	4 семестр	4	-	4	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
1.2	Равновесие жидкость-твердая фаза в двойных системах. Диаграммы плавкости систем с простой эвтектикой, конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимся соединением, неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии, с образованием соединений в области твердых растворов. Определение масс фаз смеси и химического состава равновесных фаз.	4 семестр	10	-	10	Контрольные вопросы для самостоятельной работы

1.3	Диаграммы растворимости двойных систем соль–растворитель как частные случаи диаграмм плавкости двойных конденсированных систем. Виды диаграмм растворимости двойных систем соль–растворитель в зависимости от характера взаимодействия компонентов.	4 семестр	4	-	4	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
1.4	Кристаллизация двойных систем с расслаиванием (монотектика, синтетика).	4 семестр	2	-	2	Контрольные вопросы для самостоятельной работы. Реферат.
II	Раздел 2. Трехкомпонентные системы					
2.1	Применение правила фаз к тройным системам. Методы изображения состава тройных систем. Равновесие жидкость-жидкость и методы изучения тройных систем с расслаиванием. Методы определения состава критической точки растворимости. Кривая распределения компонента между двумя равновесными жидкими фазами.	4 семестр	6	-	6	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
2.2	Концепция о преобладающем взаимодействии компонентов Р.В.Мерцлина. Тройные системы с наличием двойной преобладающей системы и переходного типа; солотропные системы. Схема топологической трансформации диаграмм растворимости тройных жидкостных систем с одним бинарным расслоением. Системы с замкнутой областью расслоения. Принципы жидкостной экстракции.	4 семестр	6	-	6	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
2.3	Равновесие жидкость-твердая фаза в тройных системах. Кристаллизация тройных систем при полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии. Тройная эвтектика. Объемная диаграмма; изотермические и политермические разрезы. Определение температуры и состава тройной эвтектики.	4 семестр	4	-	4	Контрольные вопросы для самостоятельной работы. Задания для самостоятельной домашней работы
2.4	Кристаллизация тройных систем при наличии конгруэнтно и инконгруэнтно плавящегося соединения. Изо- и политермические разрезы объемных диаграмм. Тройная перитектика.	4 семестр	4	-	4	Контрольные вопросы для самостоятельной работы. Задания для самостоятельной домашней работы
2.5	Кристаллизация тройных систем при полной и ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии. Объемные диаграммы; изо- и политермические разрезы.	4 семестр	4	-	4	Контрольные вопросы для самостоятельной работы. Задания для самостоятельной домашней работы
2.6	Кристаллизация в тройных системах с двумя и одним бинарными расслоениями.	4 семестр	6	-	6	Контрольные вопросы для самостоятельной

		р				работы
2.7	Диаграммы растворимости тройных водно-солевых систем, содержащих одноионные соли и воду; их топология. Эвтоника, образование двойных солей, кристаллогидратов солей и твердых растворов различного типа. Методы изучения диаграмм растворимости водно-солевых систем.	4 семестр	6	-	6	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
2.8	Диаграммы растворимости тройных систем соль–бинарный растворитель без расслаивания и закономерности их топологической трансформации. Соль не образует кристаллосольватов, образует конгруэнтно или инконгруэнтно плавящийся кристаллосольват с одним или двумя растворителями.	4 семестр	4	-	4	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
III	Раздел 3. Четырехкомпонентные системы					
3.1	Фазовые диаграммы четверных систем. Методы изображения состава четверных систем; свойства концентрационного тетраэдра. Равновесие двух жидких фаз в четверных системах. Кристаллизация в четверных системах с расслаиванием.	4 семестр	6	-	6	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
3.2	Равновесие трех жидких фаз и критические явления высшего порядка в четверных жидкостных системах. Равновесие трех жидких и одной твердой фаз в четверных системах соль–три растворителя. Схемы образования четырехфазного равновесия трех жидких и одной твердой фаз.	4 семестр	6	-	6	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
Итого: 144 часа			72	-	72	
						Зачет

Содержание дисциплины «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ»

Раздел 1. Двухкомпонентные системы

1.1. Значение теории гетерогенных равновесий и физико-химического анализа в развитии научных исследований и химической технологии. Методы изображения состава двухкомпонентных систем. Применение правила фаз к двойным системам.

Равновесие жидкость-жидкость. Диаграммы растворимости двойных систем с ограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии. Типы диаграмм растворимости двойных систем с расслаиванием в жидком состоянии. Верхняя и нижняя критические температуры растворения. Методы изучения диаграмм растворимости систем с равновесием двух жидких фаз.

1.2. Равновесие жидкость-твердая фаза. Диаграмма плавкости системы с простой эвтектикой. Определение количественного соотношения фаз в сплаве данного химического состава. Определение химического состава равновесных фаз данного сплава. Кристаллизация сплавов различного состава в системах с простой эвтектикой. Построение диаграммы плавкости системы с простой эвтектикой по экспериментальным данным; метод термического анализа. Определение состава эвтектики; треугольник Таммана.

Диаграммы плавкости двойных систем с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимся химическим соединением (дистектика, перитектика). Диаграммы плавкости двойных систем с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии; твердые растворы внедрения и замещения. Дробная кристаллизация. Системы с разрывом сплошности твердых растворов эвтектического и перитектического типов.

Диаграммы плавкости двойных систем с образованием соединений в области твердых растворов. Дальтонида и бертоллида. Работы Н.С. Курнакова.

1.3. Диаграммы растворимости двойных систем соль-растворитель как частные случаи диаграмм плавкости двойных конденсированных систем. Виды диаграмм растворимости двойных систем соль-растворитель в зависимости от характера взаимодействия компонентов: 1) соль не образует кристаллосольватов; 2) соль образует один конгруэнтно плавящийся кристаллосольват; 3) соль образует один инконгруэнтно плавящийся

кристаллосольват; 4) соль образует несколько кристаллосольватов, плавящихся как конгруэнтно, так и инконгруэнтно.

1.4. Кристаллизация двойных систем с расслаиванием в жидком состоянии.

Монотектика. Фазовые диаграммы систем с монотектическим равновесием, где в качестве твердых фаз выступают твердые растворы. Фазовые диаграммы двойных систем с синтектическим равновесием: а) неограниченная растворимость компонентов в твердом состоянии, б) образующееся химическое соединение нерастворимо или ограниченно растворимо в исходных компонентах в твердом состоянии.

Раздел 2. Трехкомпонентные системы

2.1. Применение правила фаз к трёхкомпонентным системам. Методы изображения состава тройных систем. Свойства концентрационного треугольника Гиббса. Температурно-концентрационная призма; изо- и политермические разрезы.

Равновесие жидкость-жидкость. Равновесие двух жидких фаз в тройных системах; диаграмма растворимости с равновесием двух жидких фаз. Методы изучения диаграмм растворимости тройных систем с расслоением: метод изотермического титрования Банкрофта; визуально-политермический метод В.Ф.Алексеева. Методы определения составов равновесных фаз: аналитический, графо-аналитический, физические методы, метод сечений Р.В.Мерцлина. Методы определения состава критической точки. Признаки установления равновесия двух жидких фаз; кривая соответствия. Кривая распределения компонента между двумя равновесными жидкими фазами. Принципы жидкостной экстракции и ее значение.

2.2. Концепция о преобладающем взаимодействии компонентов Р.В.Мерцлина. Классификация тройных систем с одним бинарным расслоением. Понятие о двойной преобладающей системе и направленности нод поля расслоения. Тройные системы с наличием двойной преобладающей системы. Системы переходного типа; солотропные системы. Приложение

метода сечений к изучению диаграмм растворимости солютропных смесей. Схема топологической трансформации диаграмм растворимости в тройных жидкостных системах с одним бинарным расслоением. Системы с замкнутой областью расслоения. Принципы жидкостной экстракции.

2.3. Равновесие жидкость-твердая фаза в тройных системах. Кристаллизация тройных систем при полной нерастворимости в твердом состоянии. Тройная эвтектика. Объемная диаграмма состояния тройной системы в температурно-концентрационной призме. Изо- и политермические разрезы. Выбор политермических разрезов для определения температуры и состава тройной эвтектики.

2.4. Кристаллизация тройных систем при наличии конгруэнтно и инконгруэнтно плавящегося химического соединения. Изо- и политермические разрезы объемных диаграмм. Тройная перитектика.

2.5. Кристаллизация тройных систем при полной и ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии. Объемные диаграммы; изо- и политермические разрезы.

2.6. Кристаллизация в тройных системах с расслоением. Кристаллизация в тройных системах с двумя бинарными расслоениями: случаи кристаллизации в монотектике третьего компонента или компонента двойной преобладающей системы при определенной направленности нод полосовидного поля расслоения. Проекционная диаграмма; изо- и политермические разрезы. Кристаллизация в тройных системах с одним бинарным расслоением: случаи кристаллизации в монотектике одного из компонентов расслаивающейся системы или компонентов двойной преобладающей системы при определенной направленности нод поля расслоения. Проекционная диаграмма; изо- и политермические разрезы.

Классификация тройных систем соль-бинарный растворитель с одним бинарным расслоением. Обобщенная схема топологической трансформации фазовых диаграмм тройных систем этого типа с высаливанием при изменении температуры.

2.7. Диаграммы растворимости водно-солевых систем, содержащих одноионные соли и воду. Эвтоника. Образование двойных солей, растворяющихся конгруэнтно и инконгруэнтно. Образование кристаллогидратов солями-компонентами и образующимся между ними химическим соединением. Образование солями-компонентами непрерывного ряда твердых растворов и твердых растворов с разрывом сплошности. Методы изучения диаграмм растворимости водно-солевых систем: метод "остатков" Скрейнемакера и метод сечений Р.В.Мерцлина. Применение метода сечений к исследованию диаграмм растворимости водно-солевых систем с эвтоникой и твердыми растворами.

2.8. Диаграммы растворимости тройных систем соль–бинарный растворитель без расслаивания. Случаи, когда соль: 1) не образует кристаллосольват; 2) образует с одним из растворителей кристаллосольват, плавящейся инконгруэнтно; 3) образует с одним растворителей кристаллосольват, плавящийся конгруэнтно; 4) образует с одним из растворителей два кристаллосольвата, один из которых плавится конгруэнтно, а другой – инконгруэнтно; 5) образует по одному кристаллосольвату с каждым растворителем, а также, когда наряду с ними соль образует смешанный кристаллосольват, плавящийся конгруэнтно или инконгруэнтно. Топологическая трансформация диаграмм растворимости тройных систем соль–бинарный растворитель с изменением температуры.

Раздел 3. Четырехкомпонентные системы

3.1. Фазовые диаграммы четверных систем. Применение правила фаз к четверным системам. Методы изображения состава четверных систем; свойства концентрационного тетраэдра. Виды разрезов концентрационного тетраэдра.

Равновесие двух жидких фаз в четверных системах. Наличие в четверной системе одной, двух, трех- и четырех двойных расслаивающихся систем; изотермические фазовые диаграммы.

Кристаллизация в четверных системах с расслаиванием. Изотермические фазовые диаграммы с монотектическим равновесием в четверных системах соль–три растворителя.

3.2. Равновесие трех жидких фаз и критические явления высшего порядка в четверных жидкостных системах. Трикритическая точка и образование из нее трехжидкофазного состояния. Схематическое изображение изотермического объема трех жидких фаз в координатах x_1 - x_2 - x_3 вне и внутри тетраэдра состава четверной жидкостной системы. Топологическая трансформация объема трех жидких фаз с повышением температуры. Методы определения состава и температуры смеси, соответствующей трикритической точке в четверных системах.

Равновесие трех жидких и одной твердой фаз в четверных системах соль–три растворителя. Схемы образования четырехфазного равновесия трех жидких и одной твердой фаз. Топологическая трансформация фазовых диаграмм четверных систем соль–три растворителя с равновесием трех жидких фаз, возникающим из трикритической точки.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При изучении дисциплины «Физико-химический анализ многокомпонентных систем» предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения аудиторных занятий в сочетании с самостоятельной работой с целью развития профессиональных навыков обучающихся. К активным и интерактивным формам проведения занятий относятся:

- 1) лекции с элементами дискуссии;
- 2) групповые дискуссии по контрольным вопросам к разделам дисциплины, вырабатывающие у обучающегося навыки физико-химического мышления;

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

Предусмотрены встречи со специалистами Федерального государственного учреждения ГосНИИ Экологии Нижнего Поволжья и ВНИПИ "Газдобыча" ОАО "Газпром", а также проведение экскурсий в лаборатории этих учреждений.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения теоретических вопросов по предлагаемой литературе, лекциям и заданий для домашней работы с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к компьютерной базе данных по ФХА многокомпонентных систем, библиотечным фондам и сети Интернет.

6.1. Виды самостоятельной работы

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
Раздел 1. Двойные системы	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.	[1], [2], электронные ресурсы
	Подготовка реферата по заданной теме.	[1], [2], электронные ресурсы
Раздел 2. Тройные системы	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.	[1], [3], [4], электронные ресурсы
	Выполнение индивидуальных заданий для самостоятельной домашней работы.	[1], [3], [4], электронные ресурсы
Раздел 3. Четверные системы	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.	[1], [3], [4], электронные ресурсы
Итого часов на самостоятельную работу: 72 часа		

6.2. Вопросы для углубленного самостоятельного изучения и собеседования

1. Методы изображения состава двухкомпонентных систем. Применение правила фаз к двойным системам.
2. Равновесие двух жидких фаз в двойных системах. Критическая температура растворения и критическая точка растворимости.
3. Типы диаграмм растворимости двойных систем с расслаиванием в жидком состоянии.
4. Методы изучения диаграмм растворимости двойных систем с равновесием двух жидких фаз. Визуально-политермический метод Алексева, правило прямолинейного диаметра.
5. Диаграммы плавкости двойных систем с равновесием жидкость – твердая фаза при полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии. Эвтектика. Метод термического анализа. Определение температуры и состава эвтектики.
6. Диаграммы плавкости двойных систем с равновесием жидкость – твердая фаза при образовании конгруэнтно плавящегося соединения. Рациональные и иррациональные системы; сингулярные точки.
7. Диаграммы плавкости двойных систем с равновесием жидкость – твердая фаза при образовании инконгруэнтно плавящегося химического соединения. Перитектика.
8. Диаграммы плавкости двойных систем с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии; твердые растворы замещения.
9. Диаграммы плавкости двойных систем с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Твердые растворы внедрения эвтектического и перитектического типов.
10. Двойные системы с образованием соединений в области твердых растворов, диаграммы плавкости. Учение Н.С. Курнакова о соединениях постоянного и переменного состава. Дальтонида и бертоллида; бертоллидная фаза.
11. Виды диаграмм растворимости двойных систем соль–растворитель в зависимости от характера взаимодействия компонентов.
12. Кристаллизация двойных систем с расслаиванием в жидком состоянии; монотектика (случай, когда в качестве твердой фазы кристаллизуются индивидуальные компоненты и твердые растворы).
13. Фазовые диаграммы двойных систем с синтектическим равновесием при неограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии.
14. Фазовые диаграммы двойных систем с синтектическим равновесием при образовании химического соединения (случай, когда соединение нерастворимо или ограничено растворимо в исходных компонентах в твердом состоянии).

15. Методы изображения состава тройных систем; свойства концентрационного треугольника Гиббса. Температурно-концентрационная призма.
16. Равновесие двух жидких фаз в тройных системах. Применение правила фаз. Вид диаграмм растворимости с одним бинарным расслоением и полосообразной областью расслоения.
17. Методы изучения диаграмм растворимости тройных систем с расслаиванием (метод изотермического титрования Банкрофта, визуально – политермический метод Алексеева).
18. Методы определения составов двух равновесных жидких фаз в тройных системах.
19. Метод сечений Р.В. Мерцлина. Приложение его к изучению диаграмм растворимости тройных жидкостных систем с равновесием двух жидких фаз. Кривая соответствия.
20. Методы определения состава критической точки растворимости в тройных системах с расслоением.
21. Концепция о преобладающем взаимодействии компонентов Р.В. Мерцлина в приложении к тройным системам с равновесием двух жидких фаз. Понятие о двойной преобладающей системе и направленности нод поля расслоения.
22. Равновесие двух жидких фаз в тройных системах. Системы переходного типа. Солютропные системы; приложение метода сечений Мерцлина к изучению их диаграмм растворимости.
23. Схема топологической трансформации диаграмм растворимости тройных жидкостных систем с одним бинарным расслоением при изменении температуры.
24. Равновесие двух жидких фаз в тройных системах с одним бинарным расслоением. Принципы жидкостной экстракции.
25. Кристаллизация тройных систем при полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии. Тройная эвтектика. Проекционная диаграмма. Изо- и политермические разрезы температурно-концентрационной призмы системы с тройной эвтектикой.
26. Кристаллизация тройных систем с наличием одного конгруэнтного плавящегося химического соединения. Триангуляция диаграмм. Политермические разрезы.
27. Диаграммы плавкости тройных систем с наличием одного инконгруэнтного плавящегося химического соединения. Тройная перитектика. Изо- и политермические разрезы.
28. Кристаллизация тройных систем при полной растворимости компонентов в твердом состоянии. Диаграмма состояния в объеме температурно-концентрационной призмы.
29. Диаграммы плавкости тройных систем при ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии во всех трех пограничных двойных системах. Проекционная диаграмма. Изо- и политермические разрезы.

30. Кристаллизация в тройных системах с двумя бинарными расслоениями: случай кристаллизации в монотектике третьего компонента, не входящего в состав двойной преобладающей системы, при определенной направленности нод полособразного поля расслоения. Проекционная диаграмма; изо- и политермические разрезы.
31. Кристаллизация в тройных системах с двумя бинарными расслоениями: случай кристаллизации в монотектике компонента преобладающей системы при определенной направленности нод полособразного поля расслоения. Проекционная диаграмма; изо- и политермические разрезы.
32. Кристаллизация в тройных системах с одним бинарным расслоением: случай кристаллизации в монотектике одного из компонентов расслаивающейся системы при определенной направленности нод поля расслоения. Проекционная диаграмма; изо- и политермические разрезы.
33. Кристаллизация в тройных системах с одним бинарным расслоением: случай кристаллизации в монотектике одного из компонентов двойной преобладающей системы при определенной направленности нод поля расслоения. Проекционная диаграмма; изо- и политермические разрезы.
34. Классификация тройных систем соль-бинарный растворитель с расслоением. Обобщенная схема топологической трансформации фазовых диаграмм тройных систем соль-бинарный растворитель с высаливанием.
35. Диаграммы растворимости тройных водно-солевых систем. Эвтоника.
36. Диаграммы растворимости тройных водно-солевых систем. Образование конгруэнтно и инконгруэнтно растворяющегося соединения между солями-компонентами.
37. Диаграммы растворимости тройных водно-солевых систем. Образование кристаллогидратов солями – компонентами и образующимся между ними химическим соединением.
38. Диаграммы растворимости тройных водно-солевых систем. Образование между солями-компонентами непрерывного ряда твердых растворов и твердых растворов с разрывом сплошности.
39. Метод «остатков» Скрейнемакера в приложении к изучению диаграмм растворимости тройных водно-солевых систем. Его возможности и недостатки.
40. Приложение метода сечений Мерцлина к изучению диаграмм растворимости тройных водно-солевых систем с наличием твердых растворов с разрывом сплошности.
41. Приложение метода сечений Р.В. Мерцлина к изучению диаграмм растворимости тройных водно-солевых систем с эвтоникой.
42. Приложение метода сечений Мерцлина к изучению диаграмм растворимости тройных водно-солевых систем с наличием непрерывного ряда твердых растворов и твердых растворов с разрывом сплошности.
43. Диаграммы растворимости тройных систем соль-бинарный растворитель без расслаивания. Соль не образует кристаллосольватов

- или образует с одним из растворителей инконгруэнтно плавящийся кристаллосольват.
44. Диаграммы растворимости тройных систем соль–бинарный растворитель без расслаивания. Соль образует с одним из растворителей конгруэнтно плавящийся кристаллосольват.
 45. Диаграммы растворимости тройных систем соль–бинарный растворитель без расслаивания. Соль образует с одним из растворителей два кристаллосольвата, один из которых плавится конгруэнтно, а другой – инконгруэнтно.
 46. Диаграммы растворимости тройных систем соль–бинарный растворитель без расслаивания. Соль образует по одному кристаллосольвату с каждым растворителем, а также, когда наряду с ними соль образует смешанный кристаллосольват, плавящийся конгруэнтно или инконгруэнтно.
 47. Применение правила фаз к четверным системам. Методы изображения состава четверных систем; свойства концентрационного тетраэдра. Виды разрезов концентрационного тетраэдра.
 48. Равновесие двух жидких фаз в четверных системах. Наличие в четверной системе одной, двух, трех- и четырех двойных расслаивающихся систем; изотермические фазовые диаграммы.
 49. Кристаллизация в четверных системах с расслаиванием. Изотермические фазовые диаграммы четверных систем соль–три растворителя с монотектическим равновесием.
 50. Трикритическая точка и образование из нее трехжидкофазного состояния. Схематическое изображение изотермического объема трех жидких фаз в координатах x_1 - x_2 - x_3 . Топологическая трансформация объема трех жидких фаз с повышением температуры.
 51. Методы определения температуры и состава смеси, соответствующей трикритической точке в четверных системах.
 52. Схемы образования четырехфазного равновесия трех жидких и одной твердой фаз.
 53. Топологическая трансформация фазовых диаграмм четверных систем соль–три растворителя с равновесием трех жидких фаз, возникающим из трикритической точки.

6.3. Примерные темы рефератов к разделу 1 «Двухкомпонентные системы»

(См. раздел ФОС)

6.4. Задания для самостоятельной домашней работы

(См. раздел ФОС)

6.5. Порядок выполнения самостоятельной работы

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме и разделу дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины. Ко всем разделам дисциплины аспирантом осуществляется проработка конспектов лекций и прилагаемых вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.

Кроме того, в ходе освоения курса предполагается написание рефератов к разделу 1 «Двухкомпонентные системы». К разделу 2 «Трехкомпонентные системы» планируется выполнение заданий для самостоятельной домашней работы.

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

7.1. Формы текущего контроля работы аспирантов

- 1) Вопросы для углубленного самостоятельного изучения (ко всем разделам дисциплины) и собеседования с аспирантом.
- 2) Реферат (к разделу 1).
- 3) Задания для самостоятельной домашней работы (к разделу 2).

7.2. Порядок осуществления текущего контроля

Текущий контроль знаний, умений и владений аспирантов осуществляется регулярно, начиная со второй недели семестра, по контрольным вопросам для самостоятельной работы по всей дисциплине. Контроль и оценивание осуществляется в ходе собеседования с аспирантом.

В ходе освоения курса предполагается написание аспирантом одного реферата к разделу 1 «Двухкомпонентные системы». После написания и оформления реферат сдается для проверки и оценивания преподавателю.

К разделу 2 «Трехкомпонентные системы» планируется выполнение аспирантом четырех заданий для самостоятельной домашней работы. Аспиранту после проработки соответствующих тем лекционного курса и контрольных вопросов для самостоятельной работы выдаются индивидуальные задания. После решения задания сдаются преподавателю для проверки и оценивания.

Система текущего контроля успеваемости служит в дальнейшем наиболее качественному и объективному оцениванию в ходе промежуточной аттестации.

7.3. Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

7.4. Фонд оценочных средств

Содержание фонда оценочных средств см. Приложение №1.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Афиногенов Ю.П., Гончаров Е.Г., Семенов Г.В., Зломанов В.П. Физико-химический анализ многокомпонентных систем: Учеб. пособие. М.: МФТИ, 2006. 332 с. (зарегистрирована в ЗНБ им.Артисевич БД Института химии (библиотека кафедры физической химии, инв. номер 013, [### б\) дополнительная литература:](http://212.193.41.150/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=ICHEM&P21DBN=ICHEM&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%90%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2,%20%D0%AE.%20%D0%9F.))
2. Двойные диаграммы состояния [Электронный ресурс]: методические указания к практическим и домашним заданиям для студентов по направлениям подготовок 150100.62 «Материаловедение и технологии материалов» и 150400.62 «Металлургия» очной и очно-заочной форм обучения / сост.: А. Г. Гвоздев, И. С. Щеренкова. - Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. 46 с. Б. ц.
3. Мазунин С.А. Физико-химический анализ в химии и химической технологии. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2014. – 492 с.
Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

</div>
<div data-bbox=)

4. Буслаева Е. М. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Буслаева Е. М. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2012. - ISBN 978-5-904000-58-5 **Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.**
5. Адашкин А. М. Материаловедение и технология материалов [Текст] / Анатолий Матвеевич Адашкин, Виктор Максимович Зуев. - Москва : Издательство "ФОРУМ", 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-91134-341-5 **Книга находится в базовой версии ЭБС «Инфра-М».**

Электронные научные библиотеки и каталоги открытого доступа

1. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека, система РИНЦ.
<https://scholar.google.ru/> - Google Scholar – Поисковая система по научной литературе. Статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций.
2. <http://abc-chemistry.org/ru/> - Бесплатная научная химическая информация. Каталог бесплатных полнотекстовых журналов. В Каталог включены только те журналы, которые предоставляют постоянный бесплатный доступ к полным текстам статей, причем не менее чем к годовому комплекту.

3. <http://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система издательства "Лань".
4. <http://znanium.com/> - Электронная библиотечная система "Znanium.com"
5. <http://biblio-online.ru/> - Электронная библиотечная система издательства "Юрайт".
6. <http://ibooks.ru/> - Электронно-библиотечная система ibooks.ru.
7. <http://rucont.ru/> - Электронно-библиотечная система РУКОНТ.
8. <http://www.bibliorossica.com/> - Электронно-библиотечная система "БИБЛИОРОССИКА".
9. <http://library.sgu.ru/> - Сайт Зональной научной библиотеки им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского, в том числе:
10. <http://elibrary.sgu.ru/djvu/> - Электронная библиотека СГУ;
http://library.sgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=ELBIB&P21DBN=ELBIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR= Электронная библиотека учебно-методической литературы СГУ;
11. <http://library.sgu.ru/index.php?page=tttt> - Полнотекстовые ресурсы СГУ.

Список программного обеспечения

Для доступа в интернет используется компьютеры (аудитория № 28а) с лицензионной операционной системой (windows XP), бесплатные программы-браузеры (Mozilla и др.) для доступа к базам данных, научным библиотекам и каталогам данных.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий по дисциплине «Физико-химический анализ многокомпонентных систем», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Чтение лекций проходит в зале с оверхед-проектором или мультимедиапроектором для показа слайдов, презентаций, видеоматериалов. Аспиранты в аудитории с компьютерами, имеющими необходимое программное обеспечение и доступ к базам физико-химических данных, выполняют поиск рекомендуемой учебно-научной информации, необходимой для проведения самостоятельной работы по дисциплине. Имеются специализированные научно-учебные лаборатории (№ 28, 33), снабженные ультратермостатами, криотермостатом КРИОВИСТ, установками для визуально-политермического и изотермического исследования фазовых равновесий, аналитическим электронными и механическими весами.

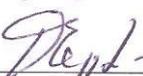
10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В соответствии с ч.4 «Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г. № 1259) для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предлагается адаптированная программа аспирантуры, которая осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся. Для обучающихся-инвалидов программа адаптируется в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 04.06.01 «Химические науки», направленность «Физическая химия».

Авторы программы

 Ильин К.К., д.х.н., проф., профессор кафедры общей и неорганической химии

 Черкасов Д.Г., д.х.н., доц., профессор кафедры общей и неорганической химии

Программа актуализирована на заседании кафедры от 18 июня 2015 года, протокол № 17.

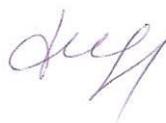
Программа актуализирована на заседании кафедры от 30 июня 2016 года, протокол № 13.

Зав. кафедрой общей и неорганической химии,
д.х.н., проф.



С.П. Муштакова

Директор Института химии,
д.х.н., проф.



О.В. Федотова

