

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института химии
Проф., д.х.н. Горячева И.Ю..

"16" 06 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах




Направление подготовки бакалавриата
04.03.01 Химия

Профиль подготовки бакалавриата
Физическая химия

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Черкасов Дмитрий Геннадиевич		16.06.23
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		16.06.23
Заведующий кафедрой	Горячева Ирина Юрьевна		16.06.23
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах» является овладение знаниями теоретических основ физико-химического анализа и методов изучения фазовых диаграмм тройных систем в зависимости от природы компонентов и температуры, а также формирование у будущего бакалавра профессиональных компетенций, касающихся наиболее актуальных направлений исследований в области гетерогенных равновесий трехкомпонентных систем для развития науки о материаловедении. Усвоение материала курса важно при выполнении выпускных квалификационных работ.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах» (Б1.В.ДВ.04.01) относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 — Дисциплины (модули) рабочего учебного плана ООП по направлению подготовки 04.03.01 — Химия, профилю «Физическая химия». Данная дисциплина изучается в 8 семестре.

Знания, умения и владения, полученные при изучении дисциплины «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах», необходимы студентам при выполнении в 8 семестре выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности. Для успешного освоения программы этой дисциплины студент должен обладать знаниями и умениями, полученными при изучении разделов таких дисциплин как «Неорганическая химия» (методы синтеза неорганических соединений), «Физическая химия» (важнейшие законы термодинамики и кинетики, знание теории растворов и фазовых равновесий). Знание фундаментальных разделов математики и физики (математический анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, численные методы, математическая статистика, молекулярная

физика и термодинамика) и умение использовать эти теоретические знания будут необходимы при объяснении результатов химических экспериментов. Знание основ информатики и пользование вычислительной техникой, умение использовать программное обеспечение компьютеров пригодятся для поиска учебно-научной информации и анализа экспериментальных данных.

Знания, умения и владения, которыми **должны обладать** студенты для изучения дисциплины «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах»:

- **знать** термодинамический аспект фазовых переходов и превращений;
- **знать** общие свойства растворов электролитов и неэлектролитов;
- **знать** физико-химические основы получения и применения промышленно важных неорганических веществ;
- **уметь** определять изменение энтропии, энтальпии и свободной энергии в фазовых превращениях и химических реакциях;
- **уметь** проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям, а также определять направление и полноту протекания химического процесса;
- **владеть** важнейшими навыками техники лабораторного эксперимента: пользоваться посудой и приборами, проводить операции взвешивания, нагревания, фильтрования, центрифугирования, сушки;
- **владеть** навыками поиска химической информации с использованием различных источников (справочных, научных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета).

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный	1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.	знать: - правила и принципы физико-химического анализа; - области применения фазовых диаграмм тройных систем в химической

<p>подход для решения поставленных задач</p>	<p>2.1_ Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p>3.1_ Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>4.1_ Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>5.1_ Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>технологии и материаловедении;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выводить фазовые диаграммы систем, используя уравнения невариантных фазовых реакций и метод топологической трансформации; - решать задачи профессиональной деятельности на основе анализа фазовых диаграмм различной компонентности; - логически верно, аргументированно и ясно строить устную речь в процессе обсуждения учебных и научных вопросов, анализировать полученные экспериментальные данные по фазовым состояниям, грамотно составлять письменный отчет о проведенном эксперименте; - работать в коллективе над решением поставленной учебно-научной задачи. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - терминологией физико-химического анализа; - навыками решения практически важных задач как индивидуально, так и на основе их коллективного обсуждения; - навыками работы с базами научных данных и научной литературой в ходе самостоятельной работы с целью получения новых знаний, необходимых при проведении самостоятельных научных исследований.
<p>ПК-1. Способен владеть системой фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p>ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.</p> <p>ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типичные фазовые диаграммы трехкомпонентных систем. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать оптимальные условия для промышленного и лабораторного синтеза соединений на основе анализа фазовой диаграммы и баз данных; грамотно выбирать методологию изучения фазовой диаграммы тройной системы на основе свойств компонентов и входящих систем низкой компонентности. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами и методиками исследования фазовых состояний тройных систем; способностью обсуждать полученные экспериментальные данные, применяя правила и принципы физико-химического анализа, а также

	справочные базы данных.
--	-------------------------

4. Структура и содержание дисциплины «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах»

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы **108** часов, из которых контактная (аудиторная нагрузка) – **54** часов; из них лекции – **14** часов, лабораторные занятия – **40** часа, самостоятельная работа **18** часа, контроль – **36** часов, промежуточная аттестация - **экзамен**.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	Лабораторные занятия		СР	контроль	
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка			
1	<u>Диаграммы растворимости тройных систем соль-бинарный растворитель без расслаивания и закономерности их топологической трансформации. Соль не образует кристаллосольватов, образует конгруэнтно или инконгруэнтно плавящейся кристаллосольват с одним или двумя растворителями.</u>	8	1,2	4	20	10	6		Контрольные вопросы для самостоятельной работы
2	<u>Кристаллизация в тройных системах с расслоением. Явление высаливания. Схема топологической трансформации фазовых диаграмм тройных систем соль-бинарный растворитель с высаливанием. Методы исследования: изотермический метод сечений Мерцлина; визуально-политермический метод.</u>	8	3,4	4	20	10	6		Контрольные вопросы для самостоятельной работы
3	<u>Диаграммы растворимости водно-солевых систем, содержащий одноионные соли и воду, их топология. Эвтоника. Образование</u>	8	5-7	6	-	-	6		Контрольные вопросы для самостоятельной работы

двойных солей, кристаллогидратов солей и твердых растворов различного типа. Методы изучения диаграмм растворимости водно-солевых систем.									
Промежуточная аттестация	8							36	Экзамен
Всего			14	40	20	18		36	108

Содержание дисциплины «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах»

1. Диаграммы растворимости тройных систем соль–бинарный растворитель без расслаивания. Случай, когда соль: 1) не образует кристаллосольватов; 2) образует с одним из растворителей кристаллосольват, плавящейся инконгруэнтно; 3) образует с одним из 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.

2. 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 полосообразного 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.

Диаграммы растворимости тройных систем соль–бинарный растворитель с расслаиванием. Явление высаливания. Высаливание двойных гомогенных жидкостных систем по Мерцлину и Никурашиной. Коэффициент распределения. Диаграмма растворимости тройной системы с высаливанием; применение концепции Мерцлина о преобладающем взаимодействии компонентов к системам с высаливанием. Классификация тройных систем

соль-бинарный растворитель с высаливанием в зависимости от характера растворимости компонентов в составляющей двойной жидкостной системе. Высаливание двойных жидкостных систем, характеризующихся расслаиванием с НКТР, ВКТР или не расслаивающихся во всем температурном интервале своего жидкого состояния. Схема топологической трансформации фазовых диаграмм растворимости тройных систем соль-бинарный растворитель с высаливанием при изменении температуры. Применение визуально-политермического метода и метода сечений Мерцлина к исследованию диаграмм растворимости тройных систем соль-бинарный растворитель с расслаиванием. Использование явления высаливания в химической технологии.

3. Диаграммы растворимости тройных 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» Скрейнемакерса и метод сечений Р.В.Мерцлина. Применение метода сечений к исследованию диаграмм растворимости водно-солевых систем с эвтоникой и твердыми растворами.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При изучении дисциплины «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах» 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) практические занятия по разделам дисциплины, вырабатывающие у обучающегося навыки физико-химического мышления и постановки эксперимента;

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу студентов с дополнительной литературой.

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

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении эксперимента по изучению фазовых состояний, построении графических зависимостей состав–свойство, анализе полученных закономерностей, выборе оптимальных условий и методов для исследования фазового поведения многокомпонентной системы. Формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии физико-химического анализа происходит в рамках индивидуальных отчетов, консультаций, разборов конкретных ситуаций, деловых игр.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью

Планируется приобретение специальных столов, приспособленных для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями. Для оптимизации времени труда и отдыха будут запланированы дополнительные перерывы.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия и переработки материала. Поэтому подбор и разработка учебных материалов будут проводиться с учетом того, чтобы предоставлять этот материал в различных формах, например инвалиды с нарушениями слуха будут получать информацию в основном визуально.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных

средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в программе результатов обучения и уровень сформированности компетенций, заявленных в программе дисциплины.

Форма проведения текущей и итоговой аттестации для студентов-инвалидов будет устанавливаться с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене. Проведение текущей аттестации может быть выполнено дистанционно в виде тестового компьютерного задания. Будут использоваться специальные возможности операционной системы Windows, такие как экранная клавиатура, с помощью которой можно вводить текст, настройка действий Windows при вводе с помощью клавиатуры или мыши.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах»

Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач 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. По результатам лабораторных занятий (приложение 1) предполагается выполнение двух самостоятельных работ (приложение 2). В качестве промежуточной аттестации проводится экзамен.

Контрольные вопросы для самостоятельной работы и проведения текущего контроля по освоению дисциплины «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах»:

1. Диаграмма растворимости тройной системы соль–бинарный растворитель без расслаивания для случая, когда соль не образует кристаллосольватов.
2. Диаграмма растворимости тройной системы соль–бинарный растворитель без расслаивания для случая, когда соль образует с одним из растворителей конгруэнтно плавящийся кристаллосольват. Топологическая трансформация диаграммы с изменением температуры.
3. Диаграмма растворимости тройной системы соль–бинарный растворитель, когда соль образует с одним из растворителей инконгруэнтно плавящийся кристаллосольват. Топологическая трансформация диаграммы с изменением температуры.
4. Диаграмма растворимости тройной системы соль–бинарный растворитель, когда соль образует с одним из растворителей два кристаллогидрата, плавящихся конгруэнтно и инконгруэнтно.
5. Диаграммы растворимости тройных систем соль–бинарный растворитель, когда соль образует по одному кристаллосольвату с каждым растворителем, а также, когда наряду с ними соль образует смешанный кристаллосольват, плавящийся конгруэнтно или инконгруэнтно.
6. Высаливание двойных гомогенных систем по Мерцлину и Никурашиной. Изотермическая диаграмма растворимости тройной системы с высаливанием. Коэффициент распределения
7. Применение концепции о преобладающем взаимодействии компонентов Мерцлина к тройным системам соль–бинарный растворитель с высаливанием.
8. Классификация тройных систем соль–бинарный растворитель с расслоением в зависимости от характера растворимости компонентов в составляющей двойной жидкостной системе. Высаливание двойных жидкостных систем, характеризующихся расслаиванием с НКТР, ВКТР или не расслаивающихся во всем температурном интервале своего жидкого состояния.
9. Обобщенная схема топологической трансформации фазовых диаграмм тройных систем соль–бинарный растворитель с высаливанием при изменении температуры.

10. Применение визуально-политермического метода к исследованию фазовых диаграмм тройных систем соль–бинарный растворитель с высаливанием. Определение температуры образования критической ноды монотектического равновесия.
11. Применение изотермического метода сечений Мерцлина к изучению фазовых диаграмм тройных систем соль–бинарный растворитель с высаливанием.
12. Диаграммы растворимости водно-солевых систем, содержащих одноионные соли и воду. Эвтоника.
13. Диаграммы растворимости водно-солевых систем, с образованием двойных солей, растворяющихся конгруэнтно и инконгруэнтно.
14. Диаграммы растворимости водно-солевых систем с образованием кристаллогидратов солями-компонентами и образующимся между ними химическим соединением.
15. Водно-солевые системы с образованием солями-компонентами непрерывного ряда твердых растворов и твердых растворов с разрывом сплошности. Диаграммы растворимости.
16. Методы изучения диаграмм растворимости водно-солевых систем: метод «остатков» Скрейнемакерса и метод сечений Мерцлина.
17. Применение метода сечений Мерцлина к исследованию диаграмм растворимости водно-солевых систем с эвтоникой.
18. Применение метода сечений Мерцлина к изучению диаграмм растворимости водно-солевых систем с твердыми растворами.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
8	5	15	0	15	0	25	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции – 0-5 баллов

0 баллов – студент посещает менее 60% лекций, не участвует в обсуждении проблемных задач, безразличен к задаваемым вопросам.

1 балл – студент посещает более 60% лекций, не участвует в обсуждении проблемных задач, безразличен к задаваемым вопросам.

2 балла – студент посещает более 70% лекций, редко участвует в обсуждении проблемных задач, делает попытки находить ответы на задаваемые вопросы.

3 балла – студент посещает более 80% лекций, принимает участие в обсуждении проблемных задач, иногда дает правильные ответы на задаваемые вопросы.

4 балла – студент посещает более 90% лекций, почти на каждой лекции участвует в обсуждении проблемных задач, предлагает их решение, в большинстве случаев дает правильные ответы на задаваемые вопросы.

5 баллов – студент посещает все лекции, активно участвует в обсуждении проблемных задач, предлагает нестандартные решения, практически всегда дает правильные ответы на поставленные лектором вопросы.

Лабораторные занятия – 0-15 баллов

0-3 баллов – лабораторная работа сдана значительно позже даты выполнения, существенные ошибки в оформлении и выполнении, которые не были исправлены в короткий срок.

4-10 баллов – лабораторная работа сдана позже даты выполнения, есть незначительные ошибки в оформлении, которые самостоятельно исправлены.

11-15 баллов – лабораторная работа сдана в срок, оформлена грамотно и самостоятельно, практически без ошибок.

Практические занятия – не предусмотрены

Самостоятельная работа – 0-15 баллов

0-3 баллов – ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

4-7 баллов – дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и

причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

8-11 баллов – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

12-15 баллов – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены неточности в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Автоматизированное тестирование – не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности (задания для самостоятельной домашней работы) – 0-25 баллов

0-10 баллов – задания выполнены частично, присутствуют значительные ошибки в решенных заданиях, подход к решению задач выбран неверно.

11-20 баллов – задания выполнены более чем наполовину, могут быть незначительные ошибки, прослеживается правильный подход к решению задач.

21-25 баллов – все задания выполнены, могут быть незначительные ошибки, в целом правильно и грамотно сформулирован подход к решению задач.

Промежуточная аттестация (экзамен) – 0-40 баллов

Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена.

При проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» оценивается от 35 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 30 до 34 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 23 до 29 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 22 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента в 8-ом семестр по дисциплине «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах» в оценку (экзамен):

86-100 баллов	«отлично»
71-85 баллов	«хорошо»
51-70 баллов	«удовлетворительно»
0-50 баллов	«неудовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах»

а) литература:

1. 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. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. ✓
2. Моделирование фазовых систем / Т.Г. Лупейко, Н.И. Тарасов, В.Н. Зяблин. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2010. - 176 с. (ЭБС «Znanium.com») ✓
3. Мазунин С.А. Физико-химический анализ в химии и химической технологии. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2014. 492 с. (5 экз) ✓
4. 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\) программное обеспечение и Интернет-ресурсы](http://212.193.41.150/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=ICHEM&P21DBN=ICHEM&S21STN=1&S21REF=3&S21FMT=fulwwebr&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.) ✓

</div>
<div data-bbox=)

1. Microsoft Windows Pro 7 (Номер лицензии: OpenLicense № 46312747 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07.) (70 шт.); Microsoft Windows Vista Business Номер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);
2. Microsoft Office Standard 2003 SP3 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07.) (2 шт.);

3. MicrosoftOfficeProfessional 2003 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008) (10 шт.).
4. Kaspersky Endpoint Security длябизнеса- Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License № лицензии 0B00160530091836187178.
5. Mathcad 14.0 M020 (14.0.2.5 [802141434]).

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР).

<http://fcior.edu.ru/>

Интернет библиотека электронных книг Elibrus – <http://elibrus.lgb.ru/psi.shtml>

<http://www.xumuk.ru>

<http://chemister.da.ru>

<http://alhimik.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Чтение лекций проходит в зале с оверхед-проектором или мультимедиа-проектором. Учащиеся с компьютерами, имеющими необходимое программное обеспечение и выход в Интернет, выполняют поиск рекомендуемой учебно-научной информации и оформление лабораторных работ. Используется бесплатное (веб-браузер Mozilla Firefox) и лицензионное (Mathcad 14.0 M020 (14.0.2.5 [802141434]); Microsoft Office Professional 2003 (№ контракта 048К/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008)) программное обеспечение.

Лабораторные работы проводятся в учебной лаборатории, оснащенной химическим оборудованием и посудой, обеспеченной реактивами, необходимыми для проведения всех работ. Для выполнения лабораторных работ используются весы аналитические, термостаты, рефрактометры ИРФ-22 и 454Б, штативы металлические, термостойкие химические стаканы, термометры, пикнометры, лампы-осветители, химические реактивы.

Место осуществления практической подготовки: учебные лаборатории Института химии

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **04.03.01 Химия** и профилю подготовки «Физическая химия».

Автор

д.х.н., доц.

Д.Г.Черкасов

Программа одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии от 16 июня 2023 года, протокол №10.