

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

**Кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной
безопасности**

Авторы-составители: **Мазунин Сергей Александрович**
Байбародских Даниил Владимирович

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
Код УМК 68395

Утверждено
Протокол №4
от «19» марта 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Основы физико-химического анализа

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия

направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Основы физико-химического анализа** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.01 Химия (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области

ПК.1 владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.01 Химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Основы физико-химического анализа

Излагается материал спецкурсов "Основы физико-химического анализа". Рассматриваются основные типы диаграмм состояния одно-, двух-, трех-, четырех-, пятикомпонентных систем, описываются способы их изображения, изучения, моделирования и использования в химии и химической технологии. Приводятся многочисленные экспериментальные данные, полученные разными авторами, а также алгоритмы оптимального проведения исследований и численные способы обработки экспериментальных данных.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров, специалистов, магистров и аспирантов химических и химико-технологических факультетов университетов, а также преподавателей, инженеров, научных работников и всех, изучающих физико-химический анализ и использующих его в своей деятельности.

Однокомпонентные системы

1. Предмет и метод физико-химического анализа.
2. Основы учения о термодинамическом равновесии. Физико-химические системы. Правило фаз, его вывод и применение при классификации систем.
3. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Фазовые переходы 1-го рода. Полиморфизм, энантиотропия, монотропия.

Двухкомпонентные системы

4. Общие сведения о двухкомпонентных системах. Правило рычага.
5. Жидкие системы. Идеальные, неидеальные и нормальные системы. Растворимость в двойных жидких системах. Давление пара в двойных жидких системах. Диаграммы кипения расслаивающихся жидкостей.
6. Системы, образованные газообразной и твердой фазами.
7. Конденсированные системы. Методы их изучения. Термический анализ.
8. Двойные водно-солевые системы.
9. Двойные конденсированные системы с одной фазой переменного состава (двойные системы плавкости).
10. Двойные конденсированные системы с двумя фазами переменного состава. Диаграммы плавкости двойных систем с твердыми растворами. Дальтонида и бертоллида. Двойная система Fe – C. Диаграммы плавкости двойных систем с расслаиванием. Синтектика и монотектика.

Трехкомпонентные системы

11. Общие сведения о тройных системах. Графическое изображение тройных систем по способу Гиббса – Розебома.
12. Основные типы диаграмм растворимости тройных систем. Квазитройные водно-солевые системы, являющиеся разрезами четверных систем. "Некорректные" тройные водно-солевые системы.
13. Методы изучения тройных водно-солевых систем. Классические методы исследования водно-солевых систем. Визуально-политермический метод. Метод остатков Схрейнемакерса. Метод сечений. Новые методы изучения водно-солевых систем.
14. Тройные конденсированные системы плавкости простого эвтектического типа. Объемная диаграмма состояния. Плоская диаграмма состояния. Основные пути протекания процессов кристаллизации. Оптимальный план изучения тройных систем плавкости простого эвтектического типа.

Многокомпонентные системы

15. Способы выражения концентраций и изображение составов в четверных водно-солевых системах. "Отрицательные" области концентраций тетраэдра состава.

16. Основные типы изотерм растворимости простых четверных систем.

Четверные водно-солевые системы с расслаиванием. Четверные системы, образующиеся при триангуляции пятерных взаимных систем по стабильной тройке солей. Система $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - (\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NHCl} - \text{H}_2\text{O}$ при 20 и 60°C. Порядок кристаллизации солевых компонентов в процессе изотермического испарения исходных реакционных смесей водно-солевых систем монотектического типа.

Четверные водно-солевые системы с образованием конгруэнтно растворимого соединения. Система $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaCl} - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ при 50°C. Четверные водно-солевые системы с образованием инконгруэнтно растворимого соединения. Система $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{NH}_4\text{Cl} - (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C.

17. Основные типы изотерм растворимости четверных взаимных водных систем. Особенности изображения составов на диаграмме состояния четверной взаимной системы в % мас. "Отрицательные" области концентраций перспективной проекции. Корректные способы изображения проекции. Система $\text{K}^+, (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+ // \text{HCO}_3^-, \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ при 10°C.

18. Водные системы с числом компонентов более четырех. Много-компонентные водно-солевые системы в химии и химической технологии.

19. Планирование исследований многокомпонентных водно-солевых систем.

20. Математическое моделирование изотерм растворимости водно-солевых систем простого эвтонического типа.

21. Четверная взаимная система со стабильной диагональю. Система $\text{Na}^+, (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+ // \text{HCO}_3^-, \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ при 10 и 25°C. Аминный способ получения гидрокарбоната натрия.

22. Четверная взаимная система без стабильной диагонали. Система $\text{Na}^+, \text{NH}_4^+ // \text{HCO}_3^-, \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ при 15, 20, 25 и 30°C. Аммиачный способ получения гидрокарбоната натрия. Исследование процесса карбонизации на лабораторных установках.

23. Исследование растворимости в пятерной взаимной системе $\text{Na}^+, \text{NH}_4^+, (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2^+ // \text{HCO}_3^-, \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ при 25°C. Аминоаммиачный способ получения гидрокарбоната натрия. "Диссипационные", "некорректные" водно-солевые системы.

24. Исследование растворимости в пятерной взаимной системе $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NH}^+, \text{NH}_4^+ // \text{HPO}_4^{2-}, \text{H}_2\text{PO}_4^-, \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ при 20 и 60°C. Аминный способ получения фосфатов аммония. Использование данных о растворимости в пятерной взаимной системе $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NH}^+, \text{NH}_4^+ // \text{HPO}_4^{2-}, \text{H}_2\text{PO}_4^-, \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ для технологических прогнозов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Мазунин С. А. Физико-химический анализ. Планирование химического эксперимента. Синтез неорганических соединений. практические и лабораторные работы : учебное пособие для студентов химического факультета, обучающихся по специальности "Химия" и по направлению "Химия" Ч. 1. Двух- и трехкомпонентные системы/С. А. Мазунин, Н. С. Кистанова, С. И. Фролова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский государственный университет.-Пермь,2010.-224с.-Библиогр.: с. 223-224
2. Мазунин С. А. Физико-химический анализ в химии и химической технологии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Химия" и специальности "Фундаментальная и прикладная химия", а также для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Химия"/С. А. Мазунин.-Пермь,2014, ISBN 978-5-7944-2279-5.-492.-Библиогр.: с. 491

Дополнительная:

1. Аносов В. Я., Озерова М. И., Фиалков Ю. Я. Основы физико-химического анализа/В. Я. Аносов, М. И. Озерова, Ю. Я. Фиалков ; ред. Н. К. Воскресенский.-Москва:Наука,1976.-504.-Предм. указ.: с. 490-497
2. Аносов В. Я. Краткое введение в физико-химический анализ: пособие для первоначал. ознакомления/В. Я. Аносов:Изд-во Акад. наук СССР,1959.-123.
3. Мазунин С. А. Основы физико-химического анализа. учебное пособие Ч. 1/С. А. Мазунин, Г. С. Посягин ; Министерство общего и профессионального образования РФ, Пермский государственный университет.-Пермь,1999, ISBN 5-7944-0073-0.-180
4. Мазунин С. А. Основы физико-химического анализа. учебное пособие для студентов химических факультетов университетов по специальности 011000 - Химия Ч. 2. Многокомпонентные водно-солевые системы/С. А. Мазунин.-Пермь,2000.-1 <http://k.psu.ru/library/node/186777>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Основы физико-химического анализа** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:
 презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
 доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
 доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Прикладные программы для интерполяции и экстраполяции экспериментальных данных методом наименьших квадратов, представления экспериментальных данных в графическом виде, статистической обработки экспериментальных данных.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

1. Лекционные занятия - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Практические (семинарские) занятия - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Групповые (индивидуальные) консультации - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
4. Текущий контроль - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
5. Самостоятельная работа - Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с

доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Основы физико-химического анализа**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1 владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</p>	<p>Знать содержание курса "Основы физико-химического анализа". Уметь читать и анализировать диаграммы состояния и видеть пути их использования для проведения синтеза химических веществ и планирования исследований. Владеть современными компьютерными, синтетическими и аналитическими технологиями при планировании исследований, получении химических веществ и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении научной информации по физико-химическому анализу.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не может построить диаграмму состояния требуемой системы. Не может использовать правило фаз и принципы физико-химического анализа. Допускает ошибки при решении поставленных задач, не правильно решает более половины поставленных задач.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Строит диаграмму состояния требуемой системы с ошибками. Допускает ошибки при решении поставленных задач, правильно решает более половины поставленных задач.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Строит диаграмму состояния двухкомпонентной системы с использованием линейной интерполяции и экстраполяции. Допускает ошибки при решении поставленных задач, правильно решает более двух третей поставленных задач.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Строит диаграмму состояния требуемой системы с использованием метода наименьших квадратов для интерполяции и экстраполяции данных. Правильно решает все поставленные задачи, творчески относится к решению задач, предлагает свои способы получения результатов.</p>
<p>ОПК.1 знать основные теории,</p>	<p>Знать: основные теории в выбранной области химии</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает: основные теории в выбранной</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>Уметь: находить необходимую информацию Владеть: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p>	<p>Неудовлетворител области химии Не умеет: находить необходимую информацию Не владеет: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p> <p>Удовлетворительн Знает: основные теории в избранной области химии Не умеет: находить необходимую информацию Не владеет: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p> <p>Хорошо Знает: основные теории в избранной области химии Умеет: находить необходимую информацию Не владеет: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p> <p>Отлично Знает: основные теории в избранной области химии Умеет: находить необходимую информацию Владеет: теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Унифиц. С 2015 года

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1 владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Двухкомпоентные системы Защищаемое контрольное мероприятие	Умеет строить диаграммы состояния двойной системы с использованием методов наименьших квадратов и линейной экстраполяции экспериментальных данных. Правильно решает поставленные задачи.
ПК.1 владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Трехкомпоентные системы Защищаемое контрольное мероприятие	Умеет строить диаграммы состояния тройной системы с использованием методов наименьших квадратов и линейной экстраполяции экспериментальных данных. Правильно решает поставленные задачи.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 владеть навыками планирования и проведения химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</p> <p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>Многокомпонентные системы</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Умеет строить диаграммы состояния четверной системы с использованием методов наименьших квадратов и линейной экстраполяции экспериментальных данных. Правильно решает поставленные задачи.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Двухкомпонентные системы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Построение диаграммы состояния двойной системы с использованием методов наименьших квадратов и линейной экстраполяции экспериментальных данных.	17
Правильно решает поставленные задачи по двойным системам	13

Трехкомпонентные системы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет строить диаграммы состояния тройной системы с использованием методов наименьших квадратов и линейной экстраполяции экспериментальных данных.	17
Правильно решает поставленные задачи.	13

Многокомпонентные системы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет строить произвольные проекции диаграммы состояния четверной системы с использованием методов наименьших квадратов и линейной экстраполяции экспериментальных данных.	23
Правильно решает поставленные задачи по четверным системам.	17