

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра аналитической химии и экспертизы

Авторы-составители: **Дегтев Михаил Иванович**

Рабочая программа дисциплины

**ОРГАНИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ И ИХ КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В
ХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ**

Код УМК 92023

Утверждено
Протокол №4
от «20» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Органические реагенты и их комплексные соединения в химическом анализе

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **04.04.01** Химия

направленность Аналитическая химия

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Органические реагенты и их комплексные соединения в химическом анализе** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.04.01 Химия (направленность : Аналитическая химия)

ПК.4 Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках

Индикаторы

ПК.4.1 Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.04.01 Химия (направленность: Аналитическая химия)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	60
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	12
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	120
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (1 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Органические реагенты и их комплексные соединения в химическом анализе

Комплексные соединения и их применение в практике аналитического анализа

Понятие комплексных соединений. Их классификация. Теория комплексных соединений.

Введение. Теория комплексных соединений Вернера. Их структура, номенклатура и правила.

Введение. Теория комплексных соединений Вернера. Их структура, номенклатура и правила составления формул.

Лекция содержит следующие материалы: введение, значение комплексных соединений в жизни общества, теорию Вернера и структуру комплексов, правила написания формул комплексных соединений.

Природа химической связи в комплексных соединениях

Развитие представлений о природе химической связи в комплексных соединениях.

Доквантовое представления о химической связи в комплексах. Электростатические и поляризационные представления.

Рассмотрены общие подходы о природе химической связи, основные положения теории Косселя и Льюиса, энергетическая выгодность образования комплексов, коэффициент экранирования по Магнусу, расчёт координационных чисел для однозарядных и многозарядных ионов металлов, вводимые поправки Ленгмюра и др. Поляризационный подход в образовании тех или иных комплексов хорошо объясняет изменение прочности ряда комплексных соединений. Например, почему щелочные и ЩЗЭ не образуют прочных аммиачных комплексов в водных растворах, в которых преобладают их гидраты. И, наоборот, почему катионы неблагородногазового типа (Ag^+ , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}) образуют более устойчивые комплексы с аммиаком.

Органические реагенты в аналитической химии

Понятие органического реагента. Применение органических реагентов в аналитической химии.

Классификация органических реагентов, их применение.

Рассматриваются преимущества ОР перед неорганическими и различные подходы их классификации. Классификация Мелана включает 9 групп органических реагентов, в её основе лежат особенности строения ОР и основные функции активных химических групп, входящих в их состав. Указаны недостатки такой классификации. Другая классификация Йоу и Сервера имеет те же недостатки, что и предыдущая, а именно в отдельные классы выделены окислители и восстановители и в то же время один и тот же реагент может относиться к разным классам и, наоборот, разные по свойствам соединения объединены в один класс. Показано преимущество подходов в классификациях Файгля и Кульберга.

Функционально-аналитические группы, примеры.

Приведены условия, когда органическое соединение может быть аналитическим или органическим реагентом. Для этого молекула ОР должна содержать электронодонорные атомы O, N, S, As, Se, а также одну или несколько групп-заместителей кислотного или основного характера. Такие группы, называемые функционально-аналитическими (ФАГ) должны располагаться в молекуле реагента таким образом, чтобы при взаимодействии с ионом металла смог образоваться устойчивый пяти- или шестичленный комплекс - хелат. Для гетероатома серы устойчивыми комплексами могут быть и четырёхчленные циклы. Рассмотрены различные примеры и наиболее распространённые циклы, а также ФАГ на различные ионы металлов.

Аналитико-активные группы, общие подходы повышение избирательности реакций

комплексобразования.

В материале рассмотрены группы - заместители в молекуле ОР, которые в комплексобразовании с ионом металла участия не принимают, но в значительной мере изменяют физические свойства комплексов (растворимость, окраска и др.). Такие группы называют аналитико-активными. Различают позитивирующие ауксохромы, негативирующие (антиауксохромы) и амфотерные ауксохромы. Показано, каким образом меняется окраска комплекса в зависимости от наличия тех или иных ауксохромов. Приведены условия повышения чувствительности и избирательности органических реагентов, варьируя природой аналитико-активных групп.

Избирательность реакций комплексобразования органических реагентов с ионами металлов

Понятие избирательности реакций комплексобразования. Повышение избирательности реакций при использовании органических реагентов. Использование методов разделения и маскирования для повышения избирательности.

Влияние природы иона металла на избирательность комплексов.

Все ионы металлов в зависимости от электронного строения разделены на группы по характеру взаимодействия с реагентами, содержащие донорные атомы кислорода и азота (Сиджвик), образующие более прочные комплексы с лёгкими донорными атомами (N, O, F) или с более тяжёлыми (P, S, Cl) - Арленд, Чат, Дэвис, а также по гипотезе Пирсона на мягкие, жёсткие и промежуточные ионы металлов. Приведён ряд прочности комплексов по Ирвингу-Уильямсу.

Общие закономерности поляризуемости и поляризационной способности ионов.

Рассмотрены общие закономерности деформируемости (поляризуемости) элементарных ионов. Трудно деформируемыми являются многовалентные катионы, имеющие малый радиус и электронную структуру типа инертного газа. Установлена зависимость между поляризующим действием иона и его структурой. Показано, каким образом увеличение деформируемости аниона и усиление поляризующего действия катиона влияют на появление окраски комплексных соединений.

Влияние природы лиганда на прочность комплексов. Хелатный и стерический эффекты.

Рассмотрены общие закономерности деформируемости (поляризуемости) элементарных ионов. Трудно деформируемыми являются многовалентные катионы, имеющие малый радиус и электронную структуру типа инертного газа. Установлена зависимость между поляризующим действием иона и его структурой. Показано, каким образом увеличение деформируемости аниона и усиление поляризующего действия катиона влияют на появление окраски комплексных соединений.

Последовательные константы устойчивости и аналитическая избирательность. Значение констант устойчивости.

В лекции обсуждается вопрос о константах равновесия на различных стадиях образования комплекса. То есть, зная константы устойчивости комплексов на каждой стадии, можно рассчитать концентрацию свободного лиганда и pH среды, при которых образуются отдельные комплексы. Концентрацию свободного лиганда определяют с помощью константы кислотной диссоциации реагента, по количеству реагента и pH раствора. Обсуждается правило, согласно которому значение соотношения последовательных констант устойчивости по стадиям $\lg(K_n/K_{n+1})$ должно быть положительным. Рассмотрены причины отклонения от приведённого правила.

Условные константы равновесия и их применение. Расчет констант образования протонированных и смешанных гидроксокомплексов.

Во главу угла поставлено: если известны константы устойчивости комплексов металлов, то можно заранее сказать, какой металл вступит в реакцию с лигандом в растворе, содержащем несколько ионов

металлов и данный лиганд, а также концентрации комплексов каких металлов будут преобладающими в растворе. Такие расчёты можно сделать, если известны условные константы равновесия.

Маскирование и демаскирование. Коэффициенты избирательности и маскирования. Индекс избирательности.

Основные приемы маскирования и демаскирования, их классификация. Коэффициенты избирательности и маскирования, применение их на практике. Индекс избирательности Бельчера. Группы избирательности реакций. Наиболее часто применяемые маскирующие реагенты.

Комплексные соединения с органическими реагентами

Комплексные соединения ионов металлов с органическими реагентами, типы таких комплексных соединений. Их преимущества.

Хелаты и внутрикомплексные соединения.

Детально рассмотрены вопросы образования хелатов и внутрикомплексных соединений. Приведены примеры на различных классах органических соединений. Дано пояснение явлению "хелатный эффект" и двум его составляющим: энтропийному и энтальпийному эффектам. Обсуждены возможности применения хелатных комплексов в различных областях химического анализа.

Разнолигандные комплексы.

Обсуждены условия образования разнолигандных комплексов, их преимущество и недостатки перед обычными хелатами и внутрикомплексными соединениями, возможности применения в практике аналитической химии. Рассмотрены факторы, способствующие образованию оловых и оксополиядерных комплексов, приведены примеры комплексов ЦА хрома(III) и циркония(IV).

Изо- и гетерополисоединения в аналитической химии.

На примерах молибдена, вольфрама, ванадия и других ионов металлов предлагается рассмотреть условия образования изо- и гетерополисоединений. Их преимущество и недостатки, ряды гетерополисоединений, структура и строение, растворимость в органических растворителях, правила написания их формул и, наконец, применение в практике химического анализа. Материал темы предлагается для самостоятельного изучения.

Химические свойства комплексных соединений

Химические свойства комплексных соединений ионов металлов с органическими реагентами (кислотно-основные, окислительно-восстановительные и др.).

Окислительно-восстановительные свойства комплексных соединений.

В лекции обсуждаются наиболее часто встречающиеся понятия и определения при исследовании химических реакций между органическим лигандом и ионом металла. Более подробно рассмотрена электронная спектроскопия. Закон Бугера-Ламберта-Бера, отклонения от него, применение метода в химическом анализе.

Физические и химические методы исследования процессов комплексообразования

Методы исследования процессов комплексообразования (химические, физико-химические). Их возможности и ограничения.

Основные понятия и определения. Электронная спектроскопия.

В лекции обсуждаются наиболее часто встречающиеся понятия и определения при исследовании химических реакций между органическим лигандом и ионом металла. Более подробно рассмотрена электронная спектроскопия. Закон Бугера-Ламберта-Бера, отклонения от него, применение метода в

химическом анализе.

Основные уравнения и методы исследования комплексных соединений в растворе.

Рассмотрены основные понятия константы равновесия (константы образования) или константы устойчивости комплексов и соответствующие уравнения к ним, в основе которых лежит закон действия масс. Приведены уравнения связи, материального баланса, электронейтральности, а также функции образования Бьеррума, закомплексованности ионов металла, степень образования комплекса. В качестве исследования комплексов приведены: метод изомолярных серий, молярных отношений, логарифмический метод и др.

Практическое применение комплексных соединений

Использование комплексных соединений ионов металлов с органическими реагентами в практике химического анализа.

Применение ионных ассоциатов, хелатов (ВКС), комплексов внедрения, гетерополисоединений в химическом анализе.

Приведены конкретные примеры применения комплексов различного состава в практике аналитической химии. Рассмотрены общие вопросы химии экстракции, сорбции, соосаждения, ионной флотации и другие.

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. Дегтев М. И. Органические реагенты и их комплексные соединения: учебное пособие / М. И. Дегтев. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1799-9. - 268. - Библиогр. в конце глав

Дополнительная:

1. Перрин Д. Органические аналитические реагенты / Д. Перрин ; пер. Ю. М. Дедков ; ред. Ю. А. Золотов. - Москва: Мир, 1967. - 408.

2. Лебедева Л. И. Комплексообразование в аналитической химии: учебное пособие / Л. И. Лебедева ; ред. И. В. Пятницкий. - Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1985. - 175.

3. Бургер К. Органические реагенты в неорганическом анализе / К. Бургер ; пер. И. В. Матвеева. - Москва: Мир, 1975. - 272. - Библиогр.: с. 262-272

4. Кузин, Э. Л. Квантово-химические модели органических реагентов и комплексов в спектрофотометрическом анализе : монография / Э. Л. Кузин. — Калининград : Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2007. — 387 с. — ISBN 978-5-88874-801-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].
<http://www.iprbookshop.ru/23846.html>

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 **Органические реагенты и их комплексные соединения в химическом анализе** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
2. Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
3. Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
4. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
5. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer»;
6. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome».

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

Для проведения лекций необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (ноутбук/компьютер, мультимедиа-проектор, экран для презентаций) с соответствующим программным обеспечением.

Для проведения практических занятий необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой и/или маркерной доской.

Для проведения лабораторных работ необходимы лаборатория "Экстракционных методов разделения и концентрирования", оснащенные специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспортах лабораторий.

Для самостоятельной работы необходима аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет", обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, а также помещения научной библиотеки ПГНИУ.

Для проведения групповых (индивидуальных) консультаций необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами 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
Органические реагенты и их комплексные соединения в химическом анализе**

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

ПК.4

Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.4.1 Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки</p>	<p>ЗНАТЬ: теоретические основы теории органических реагентов, основные методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике органических реагентов и их комплексных соединений и их применения в химическом анализе. УМЕТЬ: применять теоретические знания об органических реагентах при решении профессиональных задач в области аналитической химии, проводить научные опыты, включая самостоятельную постановку задачи эксперимента, собственно проведение эксперимента и обработку полученных результатов, прибегая к критическому анализу результатов. ВЛАДЕТЬ: методами оценки перспективы продолжения работ по заранее сформулированной тематике, основываясь на выводах критического анализа о результатах работ навыками работы в аналитической лаборатории с применением методов и методик, использующих органические реагенты для проведения</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает теоретические основы теории органических реагентов, основные методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике органических реагентов и их комплексных соединений и их применения в химическом анализе. Не умеет применять теоретические знания об органических реагентах при решении профессиональных задач в области аналитической химии, проводить научные опыты, включая самостоятельную постановку задачи эксперимента, собственно проведение эксперимента и обработку полученных результатов, прибегая к критическому анализу результатов. Не владеет методами оценки перспективы продолжения работ по заранее сформулированной тематике, основываясь на выводах критического анализа о результатах работ навыками работы в аналитической лаборатории с применением методов и методик, использующих органические реагенты для проведения химического анализа, опытом работы в научной аналитической лаборатории по тематике химического анализа с применением органических реагентов.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Знает теоретические основы теории органических реагентов, основные методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике органических реагентов и их комплексных соединений и их применения в химическом анализе.</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>химического анализа, опытом работы в научной аналитической лаборатории по тематике химического анализа с применением органических реагентов.</p>	<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Не умеет применять теоретические знания об органических реагентах при решении профессиональных задач в области аналитической химии, проводить научные опыты, включая самостоятельную постановку задачи эксперимента, собственно проведение эксперимента и обработку полученных результатов, прибегая к критическому анализу результатов. Не владеет методами оценки перспективы продолжения работ по заранее сформулированной тематике, основываясь на выводах критического анализа о результатах работ навыками работы в аналитической лаборатории с применением методов и методик, использующих органические реагенты для проведения химического анализа, опытом работы в научной аналитической лаборатории по тематике химического анализа с применением органических реагентов.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Знает теоретические основы теории органических реагентов, основные методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике органических реагентов и их комплексных соединений и их применения в химическом анализе. Умеет применять теоретические знания об органических реагентах при решении профессиональных задач в области аналитической химии, проводить научные опыты, включая самостоятельную постановку задачи эксперимента, собственно проведение эксперимента и обработку полученных результатов, прибегая к критическому анализу результатов. Не владеет методами оценки перспективы продолжения работ по заранее сформулированной тематике, основываясь на выводах критического анализа о результатах работ навыками работы в аналитической лаборатории с применением методов и методик, использующих органические</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>реагенты для проведения химического анализа, опытом работы в научной аналитической лаборатории по тематике химического анализа с применением органических реагентов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает теоретические основы теории органических реагентов, основные методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике органических реагентов и их комплексных соединений и их применения в химическом анализе. Умеет применять теоретические знания об органических реагентах при решении профессиональных задач в области аналитической химии, проводить научные опыты, включая самостоятельную постановку задачи эксперимента, собственно проведение эксперимента и обработку полученных результатов, прибегая к критическому анализу результатов. Владеет методами оценки перспективы продолжения работ по заранее сформулированной тематике, основываясь на выводах критического анализа о результатах работ навыками работы в аналитической лаборатории с применением методов и методик, использующих органические реагенты для проведения химического анализа, опытом работы в научной аналитической лаборатории по тематике химического анализа с применением органических реагентов.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

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 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.4.1 Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки	Аналитико-активные группы, общие подходы повышение избирательности реакций комплексообразования. Письменное контрольное мероприятие	Знать классификации Мелана, Иоу и Сервера, Кульберга и Файгля. Их отличия и преимущества, принципы их разделения по областям применения и по строению конечных продуктов реакции.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.4.1 Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки</p>	<p>Применение ионных ассоциатов, хелатов (ВКС), комплексов внедрения, гетерополисоединений в химическом анализе. Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать:основные способы расчета результатов химического анализа; основные формулы для расчета;способы обработки аналитических сигналов; правила работы с числовым материалом.</p> <p>Уметь:применять соответствующие законы физики и химии для расчета содержания определяемого вещества; обрабатывать результаты анализа, представленные расчетным или графическим способами.</p> <p>Отчет о выполненных лабораторных работах, включающий эксперименты по следующим темам курса:1. Отгонка микроэлементов из растворов твердых веществ и расплавов.,2. Основные законы и количественные характеристики. Классы экстрагентов для разделения и концентрирования неорганических ионов.3. Экстракционные системы. Трехфазная экстракция, экстракция без органического растворителя. Экстракционная хроматография.4. Объекты окружающей среды. Природные и сточные воды. Воздух, почвы и донные отложения.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.4.1 Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки	Итоговый контроль Итоговое контрольное мероприятие	наиболее распространенные органические реагенты и их комплексные соединения; функционально-аналитические группы и аналитико-активные группы, влияющие на физические свойства комплексов; природу хелатного эффекта; влияние поля стабилизации лигандов на характер взаимодействия оргреагентов с ионами металлов; сведения о стерическом эффекте и маскирующей способности оргреагентов, повышающих их селективность; различные типы комплексных соединений и их применение в химическом анализе; теоретические основы дисциплины, фундаментальные химические понятия, законы и правила в объеме, достаточном для самостоятельного проведения научно-исследовательской работы.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Аналитико-активные группы, общие подходы повышение избирательности реакций комплексообразования.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
За каждый правильный ответ на 1 из 30 вопросов тестового типа студент получает 1 балл	30

Применение ионных ассоциатов, хелатов (ВКС), комплексов внедрения, гетерополисоединений в химическом анализе.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

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

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

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
За правильный рассчитанный и представленный результат анализа	10
За представленные градуировочные графики, кривые титрования с указанием условий анализа	10

За представление математического выражения основного закона, используемого в данном методе анализа и формулы для расчета статистического параметра	5
За правильно написанные реакции	5

Итоговый контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **10 часа**

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Правильно написаны реакции комплексообразования органических реагентов с ионами металлов.	5
Правильно написаны формулы органических реагентов или комплексных соединений с ионами металлов.	5
Указана природа химической связи ВКС.	5
Указаны методы установления состава ВКС и хелатов.	5
Указано влияние поляризуемости и поляризующей способности катиона на устойчивость ВКС.	5
Указано влияние маскирующих агентов на устойчивость комплексных соединений с указанием коэффициентов избирательности и маскирования.	5
Указаны возможности повышения устойчивости комплексов, их селективности. в зависимости от природы центрального иона-комплексообразователя и органического лиганда.	5
Указано влияние ионного радиуса и заряда иона металла на устойчивость ВКС.	5