

**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  
**ЭКСТРАКЦИЯ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**  
Код УМК 92028

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

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Экстракция в аналитической химии

## **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 **Экстракция в аналитической химии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.04.01** Химия (направленность : Аналитическая химия)

**ПК.2** Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках

#### **Индикаторы**

**ПК.2.2** Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования

**ПК.3** Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов

#### **Индикаторы**

**ПК.3.1** Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.04.01 Химия (направленность: Аналитическая химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Экстракция в аналитической химии

#### Типы экстракционных процессов, их количественные характеристики

Классификация экстракционных процессов. Различия типов экстракционных процессов. Количественные характеристики экстракционных процессов (константа экстракции, коэффициент распределения и др.).

#### Экстракция как метод и процесс, терминология. Классификация экстракционных процессов

Тема содержит следующие материалы: предмет, историю развития, терминологию и значение экстракции, ее преимущество перед классическими вариантами, например, флотацией и осаждением. Детально рассмотрены классификация экстракционных процессов, предложенная В.И. Кузнецовым, ее недостатки и значение, а также классификация Ю.А. Золотова и Н.М. Кузьмина, А.М. Розена, В.В. Фомина, Л.М. Гиндина и др. Показаны различные подходы в классификации экстракционных процессов.

#### Основные законы и количественные характеристики. Правило фаз Гиббса, константа экстракции, коэффициент распределения, скорость экстракции. Два подхода термодинамического описания равновесия

Рассмотрены законы и количественные характеристики, составляющие теоретическую основу экстракции. Правило фаз Гиббса включает: основные определения - фаза, компонент, степень свободы; определение числа компонентов и числа степеней свободы при наличии химических реакций между веществами, образующими систему. Рассмотреть конкретные примеры экстракции. Раскрывается сущность законов распределения и действия масс, их применение для термодинамического описания экстракционных равновесий с учетом уравнения изотермы экстракции. Даны примеры написания уравнений изотерм экстракции без учета концентрации экстрагента и воды. Предложен вывод константы экстракции на примере извлечения хелатных (внутри- комплексных) соединений. Показана связь коэффициента распределения со степенью извлечения. На различных примерах рассмотрена кинетика экстракции, включая вопросы скорости экстракции и порядок реакции экстракции.

#### Расчеты термодинамических характеристик различных типов экстракционных равновесий. Уравнение экстракции с участием экстрагента, сольватное число, функция закомплексованности

Расчет количественных характеристик для различных типов экстракционных равновесий, например: а) для физического распределения компонентов, т.е. для равновесия "неэлектролит-неэлектролит"; б) вещество диссоциировано в водной фазе и не диссоциировано в органической фазе; в) вещество ассоциировано в органической фазе; г) вещество диссоциировано в обеих фазах, т.е. равновесие "электролит-электролит"; д) уравнение экстракции с участием экстрагента и воды. Рассмотрены примеры определения сольватного и гидратного числа, а также влияние комплексообразования в водной фазе на экстракцию и в связи с этим функция закомплексованности, ее учет в экстракционных процессах.

#### Основные классы экстрагентов, их характеристика и химизм экстракционных равновесий

Классификации экстрагентов. Катионообменные, анионообменные и нейтральные экстрагенты, их характеристика. Химизмы экстракционных процессов с разными по типу экстрагентами.

#### Катионообменные экстрагенты, хелатообразующие экстрагенты

Приведены общие требования и примеры широкого применения алифатических кислот: каприловой, лауриновой или стеариновой. Показано их преимущество и недостатки, а также версатовых,

нафтеновых и ароматических сульфокислот. Дается характеристика фенолов и диалкилфосфорных кислот, их применение для получения щелочных и щелочноземельных элементов, для разделения близких по свойствам ионов металлов.

Широкий класс экстрагентов представляют хелатообразующие реагенты, включая оксимы, оксиоксимы, Р-дикетоны, дипиразолонилметаны, 8-оксихинолин, купферон, гидроксамовые кислоты, серосодержащие экстрагенты, диазосоединения. Для каждого конкретного случая приведены примеры экстрагентов и дана их характеристика.

### **Анионообменные и нейтральные экстрагенты. Экстракция смесью экстрагентов. Принцип Пирсона (МЖКО)**

В качестве экстрагентов рассмотрены первичные, вторичные и третичные амины, четвертичные аммониевые основания. Детально рассмотрены триоктиламин и тетраоктиламмоний хлорид. Для экстракции крупных анионов предложены крупные гидрофобные катионы: тетрафениларсоний, тетрафенилфосфоний и тетрафенилстибоний. Из кислородсодержащих экстрагентов предложены диантипирилметан и его алкильные гомологи, которые в кислой среде присоединяют протон, превращаясь в замещенный ион аммония извлекающий комплексные металлокислоты.

Из нейтральных экстрагентов представлены простые и сложные эфиры, кетоны, альдегиды, спирты. Подробно рассмотрены октиловый спирт, р,(3'-дихлордиэтиловый эфир, метилизобутилкетон и фурфурол, а также сложные эфиры ортофосфорной кислоты, например, три-н-бутилфосфат, фосфонаты, фосфинаты и фосфиноксиды. Из нейтральных серосодержащих экстрагентов представлены нефтяные сульфиды и сульфоксиды, а также тиомочевина и ее аналоги, п-октиланилин.

На примере экстракции ионов металлов смесью экстрагентов рассматривается такое явление как синергизм. Для выявления химизма экстракционных равновесий, выбора необходимого экстрагента, установления связи между устойчивостью комплексов и их экстракцией рассмотрен принцип мягких и жестких кислот и оснований Пирсона. Ионы металлов согласно Пирсону делятся на три класса, аналогичное деление проведено и для лигандов.

### **Экстракция неионизированных соединений. Координационно несольватированные нейтральные соединения. Использование МЖКО Пирсона. Координационно сольватированные нейтральные комплексы**

В лекции приведены примеры соединений, которые относятся к неионизированным. Это прежде всего несольватированные молекулярные галогениды, например,  $[\text{GeCl}_2]$ ,  $[\text{HgI}_2]$ ,  $[\text{I}_2]$ ,  $[\text{SnI}_4]$ ,  $[\text{SbCl}_3]$ ,  $[\text{AsCl}_3]$  и др., которые хорошо извлекаются инертными растворителями, типа бензола; внутрикомплексные соединения - хелаты, для которых характерно замыкание цикла и выделение ионов водорода из молекул реагента; координационно сольватированные нейтральные комплексы типа  $[\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{ТБФ}]$ . В таких соединениях молекулы экстрагента входят во внутреннюю координационную сферу атома металла. Показано, что экстракция нейтральных молекулярных галогенидов зависит от устойчивости комплексных соединений и типа извлекаемых комплексов. Экстракция таких комплексов бензолом легко объясняется с позиции МЖКО Пирсона. При экстракции координационно сольватированных нейтральных комплексов экстрагенты удобно подбирать, пользуясь также принципом МЖКО. На различных примерах показано какие экстрагенты будут наиболее эффективными при извлечении мягких ионов металлов и, наоборот, для каких ионов металлов будут более эффективными жесткие кислородсодержащие нейтральные экстрагенты. Приведены конкретные примеры применения экстракции неионизированных соединений.

### **Экстракция внутрикомплексных соединений. Координационно насыщенные и ненасыщенные, катионные и анионные ВКС. Катионнообменная экстракция с применением карбоновых кислот**

Приведены общие закономерности экстракции ВКС, в каком случае извлекаются просто хелаты, а в каком внутриклеточные соединения. Рассмотрено образование различных циклов от четырехчленных до шестичленных; общее уравнение экстракции ВКС, формула для расчета константы экстракции с учетом рН равновесного и формула, учитывающая константу устойчивости экстрагирующегося комплекса, константу распределения комплексов и реагента, константу диссоциации реагента. Показано, в каких случаях извлекаются насыщенные и ненасыщенные комплексы, катионные и анионные, приведены примеры применения таких комплексов. Подробно обсуждается экстракция ионов металлов карбоновыми кислотами, в каких случаях строится графическая зависимость коэффициента распределения иона металла от рН полуэкстракции. По значениям рН/2 составлены ряды экстрагируемого ионов металлов. Экстрагируемое связана с двумя факторами: энергией гидратации и устойчивостью образующегося в органической фазе ассоциата. Приведены конкретные примеры использования экстракции ионов металлов карбоновыми кислотами.

### **Экстракция ионных ассоциатов. Координационно несольватированные ионные ассоциаты.**

#### **Комплексные кислоты. Экстракция анионных металлсодержащих комплексов**

К соединениям этой группы относят ассоциаты, содержащие крупные и гидрофобные катионы и анионы. Для таких комплексов характерна слабая электростатическая сольватация, их экстракция увеличивается с ростом диэлектрической проницаемости растворителя. К таким комплексам относят тетрафенилборат тетрафениларсония и др.

Показано, что константа анионообменной экстракции комплексных кислот зависит от двух факторов: энергии ассоциации и энергии гидратации. Константа экстракции тем больше, чем меньше энергия гидратации. Если данный анион хорошо экстрагируется, то его соль будет плохим экстрагентом.

Детально рассмотрена экстракция комплексных кислот общей формулы  $H_nMeX_m+n$  кислородсодержащими экстрагентами и аминами. Показана суть гидратно-сольватного механизма, основанная на том, что протон не закреплен за одной молекулой воды, а перемещается по агломерату из нескольких молекул, превращая каждую из них в какой-то момент времени в ион гидроксония  $H_3O^+$ . По степени извлечения комплексные кислоты располагаются в последовательности: однозарядные извлекаются лучше двухзарядных, а последние лучше трехзарядных.

При экстракции аминами образуются ионные ассоциаты, катионную часть которых представляют катион соли амина или четвертичного аммониевого основания. При этом экстракция может осуществляться по механизму присоединения или обмена. При экстракции металлгалогенидных комплексных кислот широко применяются триоктиламин и тетраоктиламмоний хлорид.

### **Определение состава экстрагируемых соединений, способы экстракции**

Экстракционные способы определения состава экстрагируемых соединений.

#### **Способы проведения экстракции**

Рассмотрена теория и практика методов насыщения, билогарифмической зависимости, изомолярных серий и метод прямой линии (метод Асмуса), а также химический анализ экстрагируемого соединения на все компоненты. Обсуждены условия выполнения каждого метода, их недостатки и преимущество.

#### **Определение состава экстрагируемых соединений**

Обсуждаются периодическая экстракция, как основной способ извлечения ионов металлов; непрерывная экстракция (извлечение радиоактивных веществ), экстракционная хроматография различных видов. Подробно рассмотрены экстракция легкоплавкими экстрагентами, трехфазная экстракция и экстракция ионов металлов без органического растворителя. Последние два вида рассматриваются на многочисленных приборах, включая различные органические основания и кислоты. Показано, что расслаивающиеся системы без органического растворителя имеют значительное преимущество перед

классическим вариантом жидкостной экстракции: вода-кислота-ион металла-органический растворитель-реагент. Оба вида экстракции применяются для концентрирования микроколичеств ионов металлов для их последующего определения.  
Обсуждается и такой вид экстракции как мембранная.

### **Практическое применение экстракции**

Примеры практического применения экстракции в целях количественного анализа, разделения компонентов, определения состава комплексных соединений и др.

### **Примеры использования экстракции**

Показано, что экстракция широко применяется для абсолютного и относительного концентрирования микропримесей. Как правило абсолютное концентрирование сочетают с относительным экстракционным концентрированием. Для абсолютного концентрирования чаще других применяют хелатные реагенты - оксихинолин, диэтилдитиокарбаминат и др., а в качестве растворителей - хлороформ, тетрахлорметан.

Другая область применения экстракции - разделение смесей элементов. При этом выделяются девять основных факторов, начиная от выбора избирательного экстрагента и заканчивая субстехиометрической экстракцией. Наконец, подробно рассмотрена экстракция отдельных элементов, которых насчитывается более 50 ионов металлов.



## **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., Попова О. Н. Экстракция ионов металлов диантипирилметаном и его аналогами: монография/М. И. Дегтев, О. Н. Попова.-Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-2054-8.-236.- Библиогр.: с. 210-236
2. Дегтев М. И. Экстракция в аналитической химии: учебное пособие/М. И. Дегтев.-Пермь, 2012, ISBN 5-7944-8.-131.-Библиогр. в конце ст.

### Дополнительная:

1. Петров Б. И., Москвитина Т. Б. Теория действия и применение R-диантипирилметанов как экстракционных реагентов: учебное пособие по спецкурсу/Б. И. Петров, Т. Б. Москвитина.- Пермь, 1987.-89.-Библиогр.: с. 74-89
2. Муринов Юрий Ильич, Майстренко В. Н., Афзалетдинова Н. Г. Экстракция металлов s,n-органическими соединениями/Рос.АН.-М.:Наука, 1993, ISBN 5-02-001616-0.-191.
3. Щербакова Т. А., Крупаткин И. Л. Жидкостная экстракция неорганических веществ: учеб. пособие/Т. А. Щербакова, И. Л. Крупаткин.-Калинин: КГУ, 1979.-60.-Библиогр. в конце глав
4. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа: Учеб. пособие/Под ред. О.М.Петрухина.-М.:Химия, 2001, ISBN 7245-0953-9.-496.-Библиогр.: с.496
5. Москвин Л. Н., Родинков О. В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: [учебник]/Л. Н. Москвин, О. В. Родинков.-Долгопрудный: Интеллект, 2011, ISBN 978-5-91559-080-8.-352.-Библиогр.: с. 343-344. - Предм указ.: с. 345-348

## **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 **Экстракция в аналитической химии** 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 лаборатории "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  
Экстракция в аналитической химии**

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

**ПК.2**

**Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в  
выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.2.2</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования</p>	<p>знает различные методы исследования (расчетно-теоретические и экспериментальные), знает их возможности и ограничения, умеет выбирать методы исследования поставленных задач, умеет готовить необходимые для решения поставленных задач оборудование и реактивы</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> не знает различные методы исследования (расчетно-теоретические и экспериментальные), не знает их возможности и ограничения, не умеет выбирать методы исследования поставленных задач, не умеет готовить необходимые для решения поставленных задач оборудование и реактивы</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> знает некоторые методы исследования (расчетно-теоретические и экспериментальные), знает их возможности и ограничения, знания общие, содержат значительные пробелы; не всегда правильно выбирает методы исследования поставленных задач, умеет готовить необходимые для решения поставленных задач оборудование и реактивы</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> знает различные методы исследования (расчетно-теоретические и экспериментальные), знает их возможности и ограничения, знания сформированные, содержат отдельные пробелы; умение выбирать методы исследования поставленных задач сформировано на достаточном уровне, умеет готовить необходимые для решения поставленных задач оборудование и реактивы</p> <p align="center"><b>Отлично</b> знает различные методы исследования (расчетно-теоретические и экспериментальные), знает их возможности и ограничения, умеет выбирать методы исследования поставленных задач, умеет</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>готовить необходимые для решения поставленных задач оборудование и реактивы</p>

### ПК.3

**Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.3.1</b> Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>знает метод экстракции, его достоинства и недостатки, умеет проводить экстракционное выделение, разделение и концентрирование, умеет проводить расчетные исследования в области экстракции</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>не знает метод экстракции, его достоинства и недостатки, не умеет проводить экстракционное выделение, разделение и концентрирование, не умеет проводить расчетные исследования в области экстракции</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>знает отдельные примеры метода экстракции, его достоинства и недостатки, знания общие, содержат значительные пробелы; не умеет проводить экстракционное выделение, разделение и концентрирование, не умеет проводить расчетные исследования в области экстракции</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>знает метод экстракции, его достоинства и недостатки, умеет проводить экстракционное выделение, разделение и концентрирование, не умеет проводить расчетные исследования в области экстракции</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>знает метод экстракции, его достоинства и недостатки, умеет проводить экстракционное выделение, разделение и концентрирование, умеет проводить расчетные исследования в области экстракции</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
<b>ПК.2.2</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования	Анионообменные и нейтральные экстрагенты. Экстракция смесью экстрагентов. Принцип Пирсона (МЖКО) <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Катионообменные экстрагенты, хелатообразующие экстрагенты. Анионообменные и нейтральные экстрагенты. Экстракция смесью экстрагентов. Принцип Пирсона (МЖКО).
<b>ПК.3.1</b> Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов	Определение состава экстрагируемых соединений <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Основные методы и методики определения состава экстрагируемых комплексных соединений

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.2.2</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования</p> <p><b>ПК.3.1</b> Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>Итоговый контроль</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Типы экстракционных процессов, их количественные характеристики.</p> <p>Основные классы экстрагентов, их характеристика и химизм экстракционных равновесий.</p> <p>Определение состава экстрагируемых соединений, способы экстракции.</p> <p>Практическое применение экстракции.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Анионообменные и нейтральные экстрагенты. Экстракция смесью экстрагентов. Принцип Пирсона (МЖКО)

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
Названы основные положения теории Пирсона (теория мягких и жестких кислот и оснований)	15
Приведены не менее трех катионообменных экстрагента, указан принцип их действия.	5
Приведены не менее трех хелатообразующих экстрагента, указан принцип их действия.	5
Приведены не менее трех анионообменных экстрагента, указан принцип их действия.	5

#### Определение состава экстрагируемых соединений

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
Назван метод Асмуса (метод прямой линии), его принцип, преимущества и недостатки.	6
Назван метод билогарифмической зависимости, его принцип, преимущества и недостатки.	6
Назван метод химического анализа экстракта, насыщенного ионом металла, на все компоненты, его принцип, преимущества и недостатки.	6



Назван метод Остромысленского-Жоба (метод изоляричных серий), его принцип, преимущества и недостатки.	6
Назван метод насыщения, его принцип, преимущества и недостатки.	6

### **Итоговый контроль**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **5 часа**

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

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

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Названы основные типы экстракционных процессов, приведены их количественные характеристики, в том числе их физический смысл и способ количественного расчета.	10
Приведены примеры практического применения экстракции в быту (не менее 2), на производстве (не менее 2) и в химической лаборатории (не менее 2).	10
Приведены основные методы определения состава экстрагируемых соединений (не менее 4), названы их суть, преимущества и недостатки, критерии выбора экстрагента для конкретного процесса.	10
Приведены основные классы экстрагентов, их характеристика и химизм экстракционных равновесий. Названы преимущества и недостатки каждого из классов, определены области применения.	10