



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК



«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП  
Капустина А.А.  
(Ф.И.О.)  
« 05 » февраля 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
Капустина А.А.  
(Ф.И.О.)  
« 05 » февраля 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Методы разделения и концентрирования в химическом анализе  
Направление подготовки 04.03.01 Химия  
Профиль «Фундаментальная химия»  
Форма подготовки очная

курс 4 семестр 8  
лекции 20 час.  
практические занятия 00 час.  
лабораторные работы 90 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 20 / пр. - / лаб. 36 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 110 час.  
самостоятельная работа 70 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
контрольные работы (количество) 3  
курсовая работа 8 семестр  
зачет не предусмотрен  
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 04.03.0 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 17 июля 2017 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической и аналитической химии ШЕН протокол № 3 от «22» января 2021 г.  
Врио заведующего кафедрой физической и аналитической химии Соколова Л.И.

Составитель: ст. преподаватель Шкуратов А.Л.

Владивосток  
2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## I. Цели и задачи освоения дисциплины:

### Цель:

Усвоение методов разделения и концентрирования в химическом анализе, приобретение навыков применения их на практике.

### Задачи:

- Освоение основных принципов методов разделения и концентрирования в химическом анализе.
- Изучение химических равновесий, возникающих при применении рассматриваемых методов
- Развитие умений по практическому осуществлению методов разделения и концентрирования.
- Умение обосновать необходимость применения и выбрать наиболее подходящий из ряда методов разделения и концентрирования в зависимости от рассматриваемого объекта и целей изучения.
- Обучение навыкам применения методов разделения и концентрирования на практике.

Для успешного изучения дисциплины «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе» у обучающихся должны быть сформированы следующие **предварительные компетенции**:

- Знание основных разделов неорганической химии, математики, физики, информатики, правил техники безопасности при работе в химической лаборатории
- Умение применять полученные при изучении основных разделов химии знания к объяснению фактов и решению расчетных задач.
- Навыки проведения химических опытов и объяснения их результатов.

### Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности,	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР
		ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР
		ПК-1.3 Выбирает технические

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	поставленных специалистом более высокой квалификации	средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР <b>ПК-1.4</b> Готовит объекты исследования
Технологический	<b>ПК-3</b> Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	<b>ПК-3.1</b> Планирует отдельные стадии технических испытаний при наличии общего плана НИОКР
		<b>ПК-3.2</b> Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР
		<b>ПК-3.3</b> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР
		<b>ПК-3.4</b> Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР
Технологический	<b>ПК-4</b> Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	<b>ПК-4.1</b> Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства
		<b>ПК-4.2</b> Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Знает общие принципы построения научно-исследовательской работы
	Умеет выделять отдельные задачи при наличии общей цели исследования
	Владеет основными навыками планирования самостоятельной работы
ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	Знает необходимые для выполнения научной работы и отчетности по ней документы и программы
	Умеет самостоятельно подготовить необходимую для планирования документацию
	Владеет навыками использования различного программного обеспечения, необходимого для составления документов
ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	Знает основные применяемые в аналитической химии методы и методики
	Умеет правильно выбирать методы из числа доступных в зависимости от целей и задач исследования
	Владеет способами практического осуществления

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	выбранных аналитических методик
ПК-1.4 Готовит объекты исследования	Знает основные способы пробоподготовки, применяемые в химическом анализе
	Умеет правильно подобрать необходимый способ пробоподготовки в зависимости от характера пробы
	Владеет практическими навыками по подготовке объекта исследования
ПК-3.1 Планирует отдельные стадии технических испытаний при наличии общего плана НИОКР	Знает основные этапы самостоятельной работы в рамках выполнения технических испытаний и опытно-конструкторских работ
	Умеет организовывать отдельные стадии технических испытаний и работ при наличии общего плана
	Владеет основными навыками в планировании технических испытаний и аналитического эксперимента
ПК-3.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР	Знает общую структуру и отдельные элементы по планированию НИОКР
	Умеет готовить отдельные проекты и полную документацию при выполнении НИОКР
	Владеет приёмами выражения составленных планов в бумажном и электронном видах
ПК-3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	Знает основные методы, методики и средства для решения поставленной аналитической задачи
	Умеет выбирать оптимальные методики, методы и средства решения аналитических задач
	Владеет навыками работы на серийном оборудовании и способностью применять их для выполнения конкретной аналитической задачи
ПК-3.4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР	Знает основные методы подготовки объектов для проведения НИОКР
	Умеет выполнять основные приемы пробоподготовки, отбора проб, приготовления представительной пробы
	Владеет основными приемами пробоотбора, пробоподготовки и работы на серийном аналитическом оборудовании
ПК-4.1 Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	Знает правила техники безопасности при работе на сложном химическом оборудовании
	Умеет правильно выбирать необходимую методику и подходящее оборудование в зависимости от целей анализа
	Владеет приёмами и навыками самостоятельного использования высокотехнологического оборудования
ПК-4.2 Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме	Знает регламентирующую документацию при составлении отчётности о проделанной работе в области химического анализа
	Умеет в соответствии с ГОСТ оформлять результаты и необходимую документацию
	Владеет навыками расчётов при определении результатов исследований и оформлении протоколов

## II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 академических часов).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Изучение физико-химических свойств ионообменников	8	8	46	-	-	43	27	
2	Изучение равновесия ионного обмена	8	8	32					
3	Хроматографическое разделение ионов на ионообменниках	8	4	12	-	-			
Итого:			20	110			43	27	

## III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (20 час.)

### РАЗДЕЛ 1. ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИОНООБМЕННИКОВ (8 ЧАСОВ).

Тема 1. Количественные характеристики разделения и концентрирования (2 часа).

Основные термины: разделение, концентрирование, выделение; виды концентрирования: абсолютное и относительное, индивидуальное и групповое.

Константы и коэффициенты распределения, степень извлечения, коэффициент разделения, фактор селективности.

Классификация методов по механизму процессов, по природе фаз матрицы и концентрата, по характеру фазовых переходов.

## **Тема 2. Сорбционные методы (6 часов).**

Параметры сорбции: коэффициент распределения, емкость сорбента (полная, статистическая, динамическая), изотермы сорбции.

Общие требования к сорбентам: гидролитическая устойчивость, емкость, легкость элюирования, механическая прочность, простота синтеза.

Классификация и основные типы сорбентов. Неорганические сорбенты: силикагель и его разновидности, кремнеземы, оксиды и гидроксиды металлов (алюминия, титана, циркония, олова), соли металлов, соли гетерополикислот, активные угли. Достоинства и недостатки неорганических сорбентов. Комплексообразующие сорбенты.

Синтетические иониты. Основные типы катионитов и анионитов. Роль органической матрицы, степени сшивки полимера. Набухание ионита. Ионогенные группы, сильноосновные (сильнокислотные) и слабоосновные (слабокислотные) ионнообменники.

Равновесие ионного обмена. Закономерности сорбции ионов металлов на ионитах: роль заряда и радиуса, природы ионогенных групп, pH водной фазы. Определение условий избирательной сорбции на ионитах.

Кинетика ионного обмена. Константы обмена и факторы, определяющие константы обмена. Кривые элюирования, основные характеристики кривой элюирования. Разделение на ионитах в динамическом режиме.

Ионнообменная хроматография. Ионная хроматография.

## **РАЗДЕЛ 2. ИЗУЧЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ ИОННОГО ОБМЕНА.**

**Тема 3. Осаждение и соосаждение, селективное растворение (4 часа).**

Равновесие осаждения, произведение растворимости, растворимость, факторы, влияющие на растворимость. Выбор условий группового и дробного осаждения и растворения осадков. Достоинства и недостатки концентрирования осаждением или соосаждением. Вычисление коэффициентов распределения при соосаждении.

Соосаждение с коллектором. Требования к коллектору, выбор его. Неорганические носители: гидроксиды, сульфиды, сульфаты, фосфаты. Органические соосаждители.

#### **Тема 4. Экстракция (4 часа).**

Классификация экстракционных систем по механизму. Распределительная (физическая) экстракция, сверхкритическая флюидная экстракция. Реакционная экстракция: катионнообменная, анионнообменная, координационная, экстракция внутрикомплексных солей, экстракция макроциклическими экстрагентами.

Равновесие экстракции. Коэффициент распределения, влияние рН на коэффициенты распределения в зависимости от типа экстракционной системы. Экстракция как метод разделения. Определение условий избирательной экстракции.

Варианты проведения экстракции: периодическая, противоточная, полупротивоточная, экстракционная хроматография, мембранная экстракция.

### **РАЗДЕЛ 3. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ИОНОВ НА ИОНООБМЕННИКАХ (4 ЧАСА).**

#### **Тема 5. Электрохимические методы концентрирования (2 часа).**

Классификация. Электроосаждение (электровыделение) на ртутном, графитовом, модифицированных электродах. Выбор условий электроосаждения. Цементация микроэлементов порошками металлов и амальгамами.

Электромиграционный метод (электрофорез). Классификация электрофоретических методов. Электрофорез на подложках, капиллярный электрофорез, изоэлектрическое фокусирование.

#### **Тема 6. Другие методы разделения и концентрирования (2 часа).**

Отгонка, сублимация и родственные методы; флотация, методы внутрифазного разделения.

Автоматизация методов концентрирования. Взаимосвязь методов концентрирования и методов определения. Выбор метода концентрирования в зависимости от объекта анализа, диапазоны определяемых концентраций.

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Лабораторные работы (90 часов)**

**Лабораторная работа № 1. Определение влажности ионитов (6 часов)**

**Лабораторная работа № 2.** Определение кислотности (основности) и статической обменной ёмкости ионообменников потенциометрическим методом (14 часов)

**Лабораторная работа № 3.** Определение статической обменной ёмкости сильно- и слабокислотных катионитов (14 часов)

**Лабораторная работа № 4.** Определение коэффициентов распределения ионов различных зарядов на сильнокислотных катионитах КУ-1 и КУ-2 при различной кислотности. Изучение кинетики ионного обмена (12 часов)

**Лабораторная работа № 5.** Определение полной динамической обменной ёмкости ионообменников по хлориду кальция и сульфату меди (16 часов)

**Лабораторная работа № 6.** Определение констант ионного обмена различных катионов динамическим методом. Получение кривых элюирования, расчёт параметров разделения и хроматографических характеристик колонки по кривой элюирования (16 часов)

**Лабораторная работа № 7.** Количественное хроматографическое определение общей солевой концентрации растворов с использованием сильнокислотных и сильноосновных ионообменников (12 часов)

### **Задания для самостоятельной работы**

1. Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы
2. Подготовка отчета по лабораторной работе №1
3. Подготовка отчета по лабораторной работе №2
4. Подготовка отчета по лабораторной работе №3
5. Подготовка отчета по лабораторной работе №4
6. Подготовка отчета по лабораторной работе №5
7. Подготовка отчета по лабораторной работе №6
8. Подготовка отчета по лабораторной работе №7
9. Подготовка отчета по лабораторной работе №8
10. Подготовка к контрольной работе №1
11. Подготовка к контрольной работе №2
12. Подготовка к контрольной работе №3

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	В течение семестра	Подготовка к лабораторным занятиям, изучение литературы	9 часов	(ПР-6) Проверка готовности к лабораторным работам
2	1-2 неделя	Подготовка отчета по лабораторной работе № 1	4 часа	(УО-1) Устный опрос по теме лабораторной работы  (ПР-6) Проверка отчета по лабораторной работе
3	3-4 неделя	Подготовка отчета по лабораторной работе № 2	4 часа	
4	5-6 неделя	Подготовка отчета по лабораторной работе № 3	4 часа	
5	7-8 неделя	Подготовка отчета по лабораторной работе № 4	4 часа	
6	9-11 неделя	Подготовка отчета по лабораторной работе № 5	4 часа	
7	12-15неделя	Подготовка отчета по лабораторной работе № 6	4 часа	
8	16-18 неделя	Подготовка отчета по лабораторной работе № 7	4 часа	
10	5-6 неделя	Подготовка к контрольной работе № 1	2 часа	(ПР-2) Контрольная работа
11	12-14 неделя	Подготовка к контрольной работе № 2	2 часа	
12	17-18 неделя	Подготовка к контрольной работе № 3	2 часа	
13	Экзаменационная сессия	Подготовка к экзамену	27 часов	Экзамен

### **Требования к представлению и оформлению отчетов по лабораторным работам**

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- **Титульный лист** – первая страница отчета по принятой для лабораторных работ форме.
- **Исходные данные к выполнению заданий** – приводятся с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.
- **Основная часть** – разбивается по рубрикам, соответствующим заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т.д. Рекомендуется давать заголовки пунктов (подпунктов), исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных.
- **Выводы** – содержит обобщающие выводы по работе: какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы.
- **Список литературы** – приводится с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

### **Критерии оценки отчетов по лабораторным работам**

1. Полнота и качество выполненных заданий;
2. Теоретическое обоснование полученного результата;
3. Качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
4. Отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием темы

### **VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Изучение физико-химических свойств ионообменников	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии	Знает общие принципы построения научно-исследовательской работы	(ПР-6) Проверка	Экзаменационные вопросы №1-9

		общего плана НИР	Умеет выделять отдельные задачи при наличии общей цели исследования	<p>готовности к лабораторным работам</p> <p>(УО-1) Устный опрос по теме лабораторной работы</p> <p>(ПР-6) Проверка отчета по лабораторной работе</p> <p>(ПР-2) Контрольная работа</p>	
			Владеет основными навыками планирования самостоятельной работы		
		ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	Знает необходимые для выполнения научной работы и отчетности по ней документы и программы		
			Умеет самостоятельно подготовить необходимую для планирования документацию		
			Владеет навыками использования различного программного обеспечения, необходимого для составления документов		
		ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	Знает основные применяемые в аналитической химии методы и методики		
			Умеет правильно выбирать методы из числа доступных в зависимости от целей и задач исследования		
			Владеет способами практического осуществления выбранных аналитических методик		
		ПК-1.4 Готовит объекты исследования	Знает основные способы пробоподготовки, применяемые в химическом анализе		
			Умеет правильно подобрать необходимый способ пробоподготовки		

			в зависимости от характера пробы		
			Владеет практическими навыками по подготовке объекта исследования		
2	Изучение равновесия ионного обмена	ПК-3.1 Планирует отдельные стадии технических испытаний при наличии общего плана НИОКР	Знает основные этапы самостоятельной работы в рамках выполнения технических испытаний и опытно-конструкторских работ		Экзаменационные вопросы №10-18
			Умеет организовывать отдельные стадии технических испытаний и работ при наличии общего плана		
			Владеет основными навыками в планировании технических испытаний и аналитического эксперимента		
		ПК-3.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР	Знает общую структуру и отдельные элементы по планированию НИОКР		
			Умеет готовить отдельные проекты и полную документацию при выполнении НИОКР		
			Владеет приемами выражения составленных планов в бумажном и электронном видах		
		ПК-3.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных	Знает основные методы, методики и средства для решения поставленной аналитической задачи		
			Умеет выбирать оптимальные методики, методы		

		задач НИОКР	и средства решения аналитических задач			
		ПК-3.4 Готовит объекты испытаний для проведения НИОКР	Владеет навыками работы на серийном оборудовании и способностью применять их для выполнения конкретной аналитической задачи			
			Знает основные методы подготовки объектов для проведения НИОКР			
			Умеет выполнять основные приемы пробоподготовки, отбора проб, приготовления представительной пробы			
3	Хроматографическое разделение ионов на ионообменниках	ПК-4.1 Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства	Знает правила техники безопасности при работе на сложном химическом оборудовании		Экзаменационные вопросы №19-27	
			Умеет правильно выбирать необходимую методику и подходящее оборудование в зависимости от целей анализа			
			Владеет приемами и навыками самостоятельного использования высокотехнологического оборудования			
		ПК-4.2 Составляет протоколы испытаний, паспорта	Знает регламентирующую документацию при составлении отчетности о			

		химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме	проделанной работе в области химического анализа Умеет в соответствии с ГОСТ оформлять результаты и необходимую документацию Владеет навыками расчётов при определении результатов исследований и оформлении протоколов		
--	--	---	---	--	--

## VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература (не раньше 2011г.) (электронные и печатные издания)

1. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ : учебник / Ю. Я. Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>
2. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа : учебник / Ю. Я. Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с.  
Режим доступа:  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>
3. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа. Учебное пособие для вузов по химическим специальностям. М.: Инфра, 2013. - 205 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64909](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64909)
4. Методы и достижения современной аналитической химии : учебник для вузов / Г. К. Будников, В. И. Вершинин, Г. А. Евтюгин [и др.] ; под редакцией В. И. Вершинина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 588 с.  
<http://e.lanbook.com/book/152586>
5. Егоров, В. В. Неорганическая и аналитическая химия. Аналитическая химия : учебник / В. В. Егоров, Н. И. Воробьева, И. Г. Сильвестрова. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 144 с.  
<https://e.lanbook.com/book/45926>

### Дополнительная литература

1. Москвин Л. Н., Царицина Л. Г. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Л.: Химия, 1991 (3 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663913&theme=FEFU>.
  2. Инцеди Л. Применение комплексов в аналитической химии. М. Мир, 1979 (1 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:66852&theme=FEFU>
  3. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: Учебник для вузов/Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. Под ред. Ю. А. Золотова, М.: Высш. шк., 2004. – 361 с. (3 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:101744&theme=FEFU>
  4. Основы аналитической химии. Практическое руководство : учебное пособие для вузов /Ю. А. Барбалат, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др. ; под ред. Ю. А. Золотова. –М. Высшая школа. 2002. 463 с. (1 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:16982&theme=FEFU>
  5. Кузьмин Н. М., Золотов Ю. А. Концентрирование микроэлементов. М. Наука, 1982. (1 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:45964&theme=FEFU>
  6. Кузьмин Н. М., Золотов Ю. А. Экстракционное концентрирование. М. Химия, 1971. (1 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:81932&theme=FEFU>
  7. Риман В., Уолтон Г. Ионнообменная хроматография в аналитической химии. М. Мир, 1973. (1 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:81932&theme=FEFU>
- Методическое обеспечение:*
1. Золотарь, Р. Н. Методы идентификации ионов в растворах. Учебное пособие. Изд-во ДВГУ. Владивосток. 2005.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:231955&theme=FEFU>
  2. Золотарь, Р. Н. Ионные равновесия в растворах, учебно-методическое пособие. Изд-во ДВГУ, Владивосток, 2000.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:12285&theme=FEFU>
  3. Золотарь, Р. Н., Л.И. Соколова. Ионные равновесия в растворах. Справочные таблицы. Учебное пособие./ Р. Н. Золотарь, Л.И. Соколова. – Изд-во ДВГУ, Владивосток. 2005.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:237183&theme=FEFU>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://e.lanbook.com/>

2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Пакет программного обеспечения Microsoft Office (Word, Outlook, Power Point, Excel)

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

## **VIII.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть IT-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

## **Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы учебного курса, готовится к лабораторным занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, контрольная работа и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе».

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является самостоятельная работа. Глубокому освоению учебного материала способствует предварительная подготовка, включающая работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к лабораторным занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к лабораторным занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией

типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

### **Подготовка к лабораторным занятиям**

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется пользоваться специальной литературой (см. методическое обеспечение в разделе «Список учебной литературы и информационно-методическое обеспечение дисциплины»).

Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем.

Практикум строится по исследовательскому методу. Для проведения аналитического исследования студент получает индивидуальное задание по определению компонентов в различных объектах (биологических, абиотических, продуктах производства). На последнем занятии проводится коллективное обсуждение полученных результатов, защита работы. Оценивается уровень знаний студентов, уровень их специальной эрудиции, уровень владения материалом. Для выполнения задания студент должен:

1. Изучить литературу по теме исследования. Проанализировать её и отобрать необходимые для исследования источники.

2. Подготовить приборы, реактивы, растворители и другие

материалы для проведения исследования.

3. Подобрать наиболее оптимальные способы проведения аналитического исследования.

4. Провести все этапы пробоподготовки.

5. Выполнить химический анализ с применением приборной базы и имеющегося в лаборатории стандартного оборудования.

6. Провести необходимые расчеты и статистическую обработку полученных результатов.

7. Оформить отчет по работе в письменном виде.

### **Подготовка к экзамену**

К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### **Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 569 Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 ССВА – 1 шт. Доска аудиторная.	- Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

аттестации		
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, п. Аякс, 10, Корпус L, лаборатория L 768 (специализированная лаборатория кафедры ФиАХ)	Химическая посуда и химические реактивы для проведения лабораторных работ, химические приборы: Спектрофотометры UNICO 1200, Shimadzu 1240, автоматические бюретки, мешалки магнитные (ММ-5), лабораторная и мерная посуда, мебель, вытяжной шкаф, колонки хроматографические стеклянные, весы технические, весы лабораторные, рН-метры-иономеры, , рН-метры-иономеры, установки для амперометрического кулонометрического титрования, полярограф ОН-107. Наглядные пособия: периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица окислительно-восстановительных потенциалов.	-
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 (аудитория для самостоятельной работы)	<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт.</p> <p>Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт.</p> <p>Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.</p> <p>Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>	Win EDU E3 Per User AAD Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

## X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Устный опрос (УО-1)

Письменные работы:

1. Лабораторная работа (ПР-6)
2. Контрольная работа (ПР-2)

### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Контрольная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

Курсовая работа является продуктом самостоятельной работы обучающегося, представляющим собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

### **1. Экзамен**

**Вопросы к экзамену:**

1. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Классификация методов разделения и концентрирования.
2. Количественные характеристики методов разделения и концентрирования.
3. Равновесие комплексообразования с органическими реагентами в качестве лигандов; термодинамические, концентрационные и условные константы образования комплексов.
4. Влияние pH на процессы комплексообразования. Избирательность процессов комплексообразования.
5. Сорбция как метод разделения и концентрирования. Виды сорбции.
6. Классификация сорбентов, используемых в методах разделения и концентрирования
7. Физико-химические свойства ионообменников, их экспериментальное определение: определение набухания, влажности, кислотности, статической и равновесной обменной ёмкости.
8. Равновесие ионного обмена, его количественные характеристики. Факторы, влияющие на равновесие и на селективность ионного обмена.
9. Способы проведения хроматографического анализа на колонках. Фронтальный, элюентный и вытеснительный режимы хроматографии на колонках. Кривые элюирования, их основные параметры.
10. Комплексообразующая сорбция.
11. Маскирование в методах разделения и концентрирования. Способы осуществления маскирования.
12. Типы маскирующих реакций. Реагенты, применяемые для маскирования.
13. Метод осаждения, его количественные характеристики. Типы получаемых осадков.
14. Факторы, влияющие на растворимость веществ. Разделение методом осаждения.
15. Соосаждение как метод разделения и концентрирования.
16. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Классификация экстракционных процессов.
17. Равновесие экстракции, константа и коэффициент распределения, степень извлечения.
18. Распределительная экстракция. Характеристика экстрагентов, возможности применения метода.
19. Катионообменная и анионообменная экстракция. Экстрагенты, возможности методов.
20. Координационная экстракция. Экстракция O-содержащими экстрагентами.
21. Экстракция внутрикомплексных солей и ионных ассоциатов.

22. Экстракция галогенидных комплексов металлов. Трёхфазная экстракция.
23. Расчёт в методах экстракции.
24. Методы электроосаждения, их возможности; применение в аналитической практике.
25. Электрофорез. Характеристика метода, его возможности. Капиллярный электрофорез.
26. Проточное фракционирование в поперечном поле. Характеристика метода, способы его осуществления.
27. Мембранные методы разделения веществ. Характеристики методов, их преимущества, применение.

## **2. Курсовая работа**

### **Требования к курсовым работам**

Курсовая работа представляет собой самостоятельный научно-исследовательский труд, позволяющий определить способности студента решать научные и практические проблемы изучаемых дисциплин, логически правильно и последовательно излагать результаты своего исследования. Выполнение курсовых работ способствует выработке у студентов умения творчески изучать учебную дисциплину, тесно увязывать теоретические положения с практикой, вести конкретные самостоятельные исследования. Подготовка курсовой работы способствует приобретению студентами методических навыков выполнения элементов научного исследования, составления плана работы и библиографии по теме, изучение литературы и других источников, помогает развитию навыков по сбору и анализу собранного материала и литературному изложению результатов исследования.

К курсовой работе предъявляются следующие требования:

- курсовая работа должна быть написана на достаточно высоком теоретическом уровне;
- работа должна быть написана самостоятельно;
- работа должна быть написана четким и грамотным языком и правильно оформлена;
- работа выполняется в сроки, определенные учебным планом.

Подготовка курсовой работы включает следующие этапы:

- выбор темы исследования;
- выбор методов достижения целей курсовой работы;
- подбор и первоначальное ознакомление с литературой по избранной теме;

- изучение отобранных литературных источников;
- составление окончательного варианта плана;
- практическое выполнение работы, согласно ранее утвержденным руководителем планом, обработка полученных данных; сравнение полученных данных с результатами, найденными в ранее опубликованных источниках, а также их систематизация и обобщение;
- написание текста курсовой работы;
- защита курсовой работы на кафедре.

Требование к оформлению курсовой работы.

Отчет о практике объемом до 60 машинописных страниц включает в себя:

- введение, где обоснована тема работы, ее актуальность, прописаны цели и задачи в соответствии с полученным от руководителя заданием;
- содержание работы, в котором находят отражение следующие вопросы: литературный обзор по теме исследования, обсуждение полученных результатов и сравнение их с ранее проведенными синтезами (если таковые имелись), методы синтеза, химические и физико-химические методы анализа полученных соединений;
- выводы;
- список литературы;
- приложение.

Курсовая работа оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ Н 7.0.5.-2008.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210x297 мм);
- межстрочный интервал – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта - 14 пт, в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист,

на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять. Список литературы и все приложения включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

Отчет открывается титульным листом. Титульный лист не нумеруется. На втором листе печатается содержание отчета с указанием страниц, отвечающих началу каждого раздела. Слово «Содержание» записывают посередине листа с прописной буквы без точки.

Таблицы оформляются в удобном формате и размере. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте. Таблицы обязательно имеют номер и название. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела, тогда номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы в разделе, разделенных точкой. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. Для всех величин, приведенных в таблице, должны быть указаны единицы измерения. Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, то в первой части таблицы нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят. На следующей странице пишут слова «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы», повторяют шапку таблицы или нумерацию граф таблицы.

Уравнения и формулы из текста выделяют отдельными строками. Выше и ниже каждой формулы должен быть оставлен пробел не менее одной строки. Расшифровку символов и значений числовых коэффициентов следует давать под формулой. Обозначения символов дают подряд, через точку с запятой.

Все рисунки рекомендуется размещать непосредственно после текста, в котором на него впервые ссылаются или на следующей странице. При этом следует писать «...в соответствии с рисунком 1». Нумерация рисунков может

быть сквозная или по разделам. Слово «Рисунок» с его номером и наименованием через тире помещают под рисунком.

Сведения о различных видах источников, таких как книги, статьи, отчеты и т.п. следует располагать в алфавитном порядке, оформленным согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.5.-2008. Источники иностранной литературы вписываются на языке оригинала в алфавитном порядке в том виде, в каком они приводятся на титульном листе или в периодическом издании в конце списка литературы.

Приложения формируются по порядку появления ссылок в тексте. В приложении приводят второстепенный либо вспомогательный материал. Им могут быть инструкции, методики, протоколы и акты испытаний, вспомогательные материалы, некоторые таблицы и пр. В тексте обязательно должны быть ссылки на приложения. Приложения помещаются после списка использованной литературы. Каждое приложение оформляется на отдельной странице, которая нумеруется. Наверху посередине страницы пишется слово «Приложение» с прописной буквы. Если приложений несколько, их обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А.

После проверки научным руководителем работа выносится на защиту, в случае его соответствия предъявленным требованиям, в противном случае – возвращается на доработку студенту.

Защита курсовой работы проходит на заседании кафедры.

На защите студент должен ориентироваться в содержании работы, подробно отвечать на вопросы теоретического и практического характера.

По курсовой работе выставляется дифференцированный зачет.

### **Темы курсовых работ**

1. Концентрирование антибиотиков на природных алюмосиликатах.
2. Модификация природных сорбентов с целью улучшения их сорбционной способности.
3. Очистка природных и сточных вод с помощью модифицированных форм сорбентов.
4. Модификация глинистых минералов для улучшения их сорбционных свойств.
5. Выделение металлов из растительного сырья с целью их дальнейшего анализа.
6. Исследование сорбции металлов на модифицированных формах алюмосиликатов.
7. Исследование кислотно-основных свойств модифицированных природных алюмосиликатов.

8. Выделение биологически активных соединений из растительного сырья.
9. Разделение флавоноидов хроматографическими методами.
10. Экстракция металлов из нефтепродуктов с целью их дальнейшего определения.

### Критерии оценивания курсовой работы

№	Критерий/ Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
1	Полнота выполнения задания	Выполнено полностью	Выполнено полностью	Выполнено полностью	Выполнено не полностью
2	Оценка руководителя	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
3	Грамотность оформления отчета	В полном соответствии с требованиями	В полном соответствии с требованиями	В полном соответствии с требованиями	Отчет не составлен или составлен не грамотно
4	Соблюдение сроков составления отчета	В соответствии с установленным и сроками	В соответствии с установленным и сроками	В соответствии с установленным и сроками	Не представлен в установленные сроки
5	Грамотность устного отчета и ответов на вопросы	Устный отчет и ответы на вопросы полные и грамотные	Шероховатость в изложении материала, неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов	Шероховатость в изложении материала, неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов	Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные
6	Знание и усвоения материала	Материал понят, осознан и усвоен	Материал понят, осознан и усвоен	Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно	Материал не понят, не осознан и не усвоен

### Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (устных опросов, лабораторных работ, контрольных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для устного опроса**

#### **Раздел 1.**

- 1) Какие выводы можно сделать на основании кривых титрования ионообменников? Какие их характеристики можно определить?
- 2) Что такое обменная емкость ионообменников?
- 3) Как определяют: а) статическую обменную емкость ионита; б) динамическую емкость ионита?
- 4) Зависит ли селективность ионообменника от его емкости?
- 5) Как изменяется способность к катионному обмену при переходе от одного элемента к другому в группах Периодической системы?
- 6) Перечислите основные типы сорбентов.
- 7) Охарактеризуйте понятие «ёмкость сорбента».
- 8) От каких факторов зависит селективность сорбента по отношению к какому-либо веществу?
- 9) Какие стадии включает в себя процесс ионного обмена?
- 10) Назовите основные способы устранения мешающего влияния компонентов при анализе сложных по составу объектов.

#### **Раздел 2.**

- 11) Коэффициенты распределения ионов на катионите КУ-2 из 5 МСНЗСООН составляют:  $Zn^{2+}$  – 3.3;  $Co^{2+}$  – 4.5;  $Fe^{3+}$  – 3;  $In^{3+}$  – 3;  $Ga^{3+}$  – 3.3;  $Pb^{2+}$  – 5;  $Bi^{3+}$  – 2. Какие из ионов могут быть выделены в отдельные фракции в результате пропускания через катионит следующих смесей:

- а)  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$
  - б)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$
  - в)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ?
- 12) Как изменяется способность к катионному обмену при переходе от одного элемента к другому в группах Периодической системы?
  - 13) Какие факторы могут повлиять на устойчивость комплексного соединения?
  - 14) В чём заключается процесс маскирования?
  - 15) Какие вещества применяются для маскирования?
  - 16) Что такое индекс маскирования?
  - 17) Какой параметр количественно характеризует возможность разделения двух и более компонентов?
  - 18) Какой параметр используется для оценки эффективности концентрирования?
  - 19) Дайте определение следующих понятий: экстракция, экстрагент, разбавитель, экстракт.
  - 20) Дайте определение понятию коэффициент разделения. Укажите условия разделения двух веществ А и В, если объемы фаз равны.

### Раздел 3.

- 21) Какая стадия процесса ионного обмена является лимитирующей при низких ( $<0.01 \text{ M}$ ) и высоких ( $>0.01 \text{ M}$ ) концентрациях сорбата?
- 22) Дайте определение  $R_f$ .
- 23) В каком интервале значений может изменяться величина  $R_f$ ?
- 24) Назовите перспективные хроматографические методы. Каковы пути их развития?
- 25) Дайте определение понятию степень извлечения. Каким образом степень извлечения связана с коэффициентом распределения?
- 26) Назовите основные типы экстрагирующихся веществ.
- 27) Как зависит экстракция комплексных металлокислот от заряда и размера аниона?
- 28) Как зависит экстракция комплексных металлокислот от сольватирующей способности экстрагента.
- 29) Напишите химическую реакцию, описывающую процесс экстракции  $\text{Me}^{2+}$  в форме хелата  $\text{MeL}_2$  реагентом  $\text{HL}$ , находящимся в органической фазе, и соответствующее ему выражение для константы экстракции.
- 30) Зависит ли величина коэффициента распределения хелата от  $\text{pH}$  среды и какая между ними связь?

### Критерии оценивания

Оценка	Требования
--------	------------

<b>Зачтено</b>	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений. Неточности в ответе исправляет самостоятельно.
<b>Не зачтено</b>	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

## Контрольные работы

### Контрольная работа № 1

Подберите условия дифференциального определения (рН, маскирование) следующих компонентов:

Вариант 1. Реагент - диметилглиоксим (ДМГ),  $pK=10,6$ . Компоненты для разделения: Со - Си.

Вариант 2. Реагент - диметилглиоксим (ДМГ),  $pK=10,6$ . Компоненты для разделения: Со - Ni.

Вариант 3. Реагент - диметилглиоксим (ДМГ),  $pK=10,6$ . Компоненты для разделения: Ni - Си.

Вариант 4. Реагент 2-2-дипиридил,  $pK=4,47$ . Компоненты для разделения: Со - Си.

Вариант 5. Реагент 2-2-дипиридил,  $pK=4,47$ . Компоненты для разделения: Fe - Hg.

Вариант 6. Реагент 8-Ох,  $pK_1=5$ ,  $pK_2=9,9$ . Компоненты для разделения: Со - Fe.

Вариант 7. Реагент 8-Ох,  $pK_1=5$ ,  $pK_2=9,9$ . Компоненты для разделения: Cd - Fe(II).

Вариант 8. Реагент 8-Ох,  $pK_1=5$ ,  $pK_2=9,9$ . Компоненты для разделения: Mn - Cd.

Вариант 9. Реагент 8-Ох,  $pK_1=5$ ,  $pK_2=9,9$ . Компоненты для разделения: Со - Ni.

Вариант 10. Реагент ПАН,  $pK_1=2$ ,  $pK_2=12$ . Компоненты для разделения: Си - Mn.

Вариант 11. Реагент ПАН,  $pK_1=2$ ,  $pK_2=12$ . Компоненты для разделения: Со - Ni.

Вариант 12. Реагент ПАН,  $pK_1=2$ ,  $pK_2=12$ . Компоненты для разделения: Со - Zn.

Вариант 13. Реагент 1,10-фенантролин,  $pK=4,95$ . Компоненты для разделения: Ag - Cd.

Вариант 14. Реагент 1,10-фенантролин,  $pK=4,95$ . Компоненты для разделения: Со - Fe.

Вариант 15. Реагент 1,10-фенантролин,  $pK=4,95$ . Компоненты для разделения: Cu - Hg.

### Контрольная работа № 2.

Подберите условия разделения веществ методом осаждения.

Вариант 1. Реагент - H-CUP,  $pK=4,2$ . Компоненты для разделения:  $AlR_3$  -  $CuR_2$ .

Вариант 2. Реагент - H-CUP,  $pK=4,2$ . Компоненты для разделения: Bi - Fe.

Вариант 3. Реагент - HOx,  $pK=9,9$ . Компоненты для разделения: Cd - Co.

Вариант 4. Реагент - HOx,  $pK=9,9$ . Компоненты для разделения: Fe(II) - Mn.

Вариант 5. Реагент - HOx,  $pK=9,9$ . Компоненты для разделения: Cd - Zn.

Вариант 6. Реагент  $H_2CrO_4$ . Компоненты для разделения: Ag - Ba.

Вариант 7. Реагент  $H_2CrO_4$ . Компоненты для разделения: Hg(I) - Ba.

Вариант 8. Реагент  $H_3PO_4$ . Компоненты для разделения: Co - Cd.

### Контрольная работа № 3

Подберите условия разделения компонентов методом экстракции:

Вариант 1. Реагент - 8-Оx в  $CHCl_3$ . Компоненты для разделения: Fe(II) - Cu.

Вариант 2. Реагент - 8-Оx в  $CHCl_3$ . Компоненты для разделения: Fe(III) - Ga.

Вариант 3. Реагент - HСup ( $CHCl_3$ ). Компоненты для разделения: Bi - Cu.

Вариант 4. Реагент - HСup ( $CHCl_3$ ). Компоненты для разделения: Ga - Cu.

Вариант 5. Реагент - HСup ( $CHCl_3$ ). Компоненты для разделения: Ga - In.

Вариант 6. Реагент - HСup ( $CHCl_3$ ). Компоненты для разделения: Th - Ti.

Вариант 7. Реагент - HСup ( $CHCl_3$ ). Компоненты для разделения: In - Cu.

Вариант 8. Реагент H-Dz ( $CCl_4$ ,  $CHCl_3$ ),  $pK_a=4,7$ . Компоненты для разделения: Ag - Bi.

Вариант 9. Реагент ПАН,  $pK_1=2$ ,  $pK_2=12$ . Компоненты для разделения: Cu - Ag.

Вариант 10. Реагент ПАН,  $pK_1=2$ ,  $pK_2=12$ . Компоненты для разделения: Cu - Bi.

Вариант 11. Реагент ПАН,  $pK_1=2$ ,  $pK_2=12$ . Компоненты для разделения: In - Zn.

Оценка	Требования
Зачтено	Студент выполнил контрольную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы, самостоятельно строит профиль под контролем преподавателя, при необходимости задает наводящие вопросы.

	Допускается неточность тех линий, по которым нет достаточной информации, но в логических пределах.
<b><i>Не зачтено</i></b>	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет самостоятельно выстроить профиль; в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольная работа не выполнена.