

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Северо-Осетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова»*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ**  
**В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ»**

Направление подготовки **04.04.01 Химия**

Программа **«Аналитическая химия»**

Квалификация  
**магистр**  
(год начала подготовки 2022 г.)

Форма обучения  
**очная**

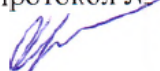
**Владикавказ**  
**2022**

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 04.04.01 Химия, программа «Аналитическая химия», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13.07.2017 г. № 655, учебным планом подготовки магистра по направлению 04.04.01 Химия, программа «Аналитическая химия», утвержденным ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» (протокол № 13 от 31.05.2022 г.).

Составитель: доцент кафедры общей и неорганической химии, к.х.н. Кубалова Л.М.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры общей и неорганической химии (протокол № 9/21-22 от «08» апреля 2022 г.)

Заведующий кафедрой



Симеониди Д. Д.

Одобрена советом факультета химии, биологии и биотехнологии (протокол № 6/21-22 от «25» апреля 2022 г.)

Председатель совета факультета



Агаева Ф. А.

*Рабочая программа дисциплины принята в составе основной профессиональной образовательной программы решением ученого совета Протокол № 13 от 31.05.2022 г.*

## 1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии» составляет 2 зачетные единицы – 72 ч.

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	2	-
Семестр	3	-
Лекции	18	-
Практические (семинарские) занятия	18	-
Лабораторные занятия	-	-
Консультации	-	-
Итого аудиторных занятий	36	-
Самостоятельная работа	36	-
Курсовая работа	-	-
Форма контроля		
Экзамен	-	-
Зачет	зачет	-
Общее количество часов	72	-

## 2. Цели освоения дисциплины

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 04.04.01 Химия, программа «Аналитическая химия», и уровню высшего образования магистратура, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13.07.2017 г. № 655, целью освоения дисциплины «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии» является формирование у обучающихся системного представления о теоретических, практических подходах к решению задач концентрирования, разделения сложных многокомпонентных смесей, применяемых для обеспечения надежности и правильности обнаружения и идентификации веществ, нашедших широкое применение, как в промышленности, так и в научно-исследовательских лабораториях.

Изучение данной дисциплины, согласно профессиональным стандартам, служит подготовкой студента к будущей профессиональной деятельности в области научно-исследовательской деятельности:

1. **40.010. Профессиональный стандарт «Специалист по техническому контролю качества продукции»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 123н. (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 22 апреля 2014 г. № 32067). Вид профессиональной деятельности – «Технический контроль качества продукции».
2. **40.011. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 г. № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 г., регистрационный № 31692). Вид профессиональной деятельности – «Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива».

Изучение дисциплины «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии» приведет к формированию творчески работающих специалистов с развитым научным мышлением, обладающих необходимым запасом знаний в области аналитической

химии, способных использовать теоретические знания при решении практических задач, проявляя при этом самостоятельность, инициативу, а также в необходимых случаях – умение участвовать в принятии коллективных решений, выбирая наиболее оптимальные из них.

### **Задачи дисциплины**

1. Сформировать у обучающихся представлений об условиях постановки эксперимента в рамках решения практических задач химического анализа;
2. Развитие у обучающихся практических навыков построения схем идентификации, разделения и концентрирования аналитов в зависимости от природы образцов.
3. Формирование систематизированного представления о современном состоянии методов разделения и концентрирования в аналитической химии.
4. Получение навыков практической работы с химическими реактивами и посудой, приборами.
5. Обучение студентов навыкам научного исследования.
6. Формирование у обучающихся навыков изучения научной литературы.

### **3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 (дисциплины (модули), раздел Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.02 учебного плана направления подготовки 04.04.01 Химия, программа «Аналитическая химия», квалификация (степень) – магистр. Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.02.01.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины, относятся знания, умения и навыки, сформированные в результате изучения дисциплин направления подготовки 04.03.01 Химия, бакалавриата: «Аналитическая химия», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Математика», а также дисциплин, изучаемых в течение 1 курса магистратуры: «Анализ природных и промышленных объектов», «Современные электрохимические методы анализа», «Современные хроматографические методы анализа», «Организация работы аналитической лаборатории».

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, согласно предварительным компетенциям по ФГОС ВО направления подготовки 04.03.01 Химия, необходимые при освоении дисциплины «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии»:

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способность к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5).

Для освоения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами. Студент должен:

**Знать:**

1. Основные понятия и методы химических дисциплин.
2. Связь свойств соединений с положением составляющих их элементов в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева.
3. Строение и химические свойства основных классов неорганических и органических соединений.
4. Основные теоретические положения, лежащие в основе химических и физико-химических методов идентификации и определения веществ.
5. Природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа.
6. Специфичность аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах анализа.
7. Основы химических методов качественного и количественного анализа – специфические реакции, действие групповых реагентов, основы гравиметрического и титриметрического анализа.
8. Основы физико-химических методов анализа: оптических, электрохимических и хроматографических.
9. Методы и способы выполнения качественного анализа, методы обнаружения неорганических катионов и анионов.
10. Методы, приемы и способы выполнения химического и физико-химического анализа для установления качественного состава и количественных определений.
11. Методы разделения веществ (химические, хроматографические, экстракционные).
12. Основные положения теории учета погрешностей анализа и статистической обработки результатов анализа.
13. Правила техники безопасности и работы в химической лаборатории и с аналитической аппаратурой.
14. Основные законы физики, физические явления и закономерности.
15. Основы теории вероятности и математической статистики.

**Уметь:**

1. Пользоваться современной научной, учебной и справочной литературой по химии и химической технологии и информационными технологиями.
2. Правильно использовать номенклатуру неорганических и органических соединений.
3. Прогнозировать реакционную способность химических соединений и физические свойства в зависимости от положения в периодической системе.
4. Пользоваться основными реактивами, растворителями, химической посудой.
5. Готовить растворы с заданной концентрацией растворенных веществ.
6. Проводить лабораторные опыты, объяснять сущность конкретных реакций и их аналитические эффекты.
7. Оформлять результаты экспериментальной работы в виде отчета.
8. Готовить истинные, буферные и коллоидные растворы; измерять физико-химические параметры растворов.
9. Собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований.
10. Проводить разделение веществ химическими и хроматографическими методами.
11. Проводить лабораторные опыты, объяснять суть конкретных реакций и их аналитические эффекты, оформлять отчетную документацию по экспериментальным данным.

12. Проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных в химических экспериментах.

**Владеть:**

1. Навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы.
2. Навыками безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с химической посудой, реактивами, работать с газовыми горелками и электрическими приборами.
3. Основными приемами и техникой выполнения экспериментов, иметь навыки работы с физико-химическими приборами и установками.
4. Навыками проведения анализа физических и химических свойств веществ различной природы.
5. Базовыми технологиями преобразования информации, текстовыми и табличными редакторами, техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности.
6. Навыками обработки результатов эксперимента и формулирования практических выводов.
7. Математической обработки текстовой и графической информации.

Дисциплина «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии» является основой для изучения последующих дисциплин:

«Б2.О.01(У) Учебная (ознакомительная) практика», «Б2.В.02(Пд) Преддипломная практика», подготовка выпускной квалификационной работы.

Изучение данной учебной дисциплины является подготовкой студента к будущей профессиональной деятельности **40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности**, а именно «Технический контроль качества продукции», код 40.010, профессиональный стандарт «Специалист по техническому контролю качества продукции» и «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации», код 40.011, профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».

При освоении данной дисциплины студент сможет продемонстрировать следующие **обобщенные трудовые функции (ОТФ):**

- Контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса.
- Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.

**4. Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля))**

Изучение дисциплины «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии» предполагает формирование у студента следующих компетенций:

**Профессиональные компетенции (ПК):**

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС)
--------------------------------------	---	---	----------------

Научно-исследовательский тип задач			
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	<b>ПК-2</b> Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>ПК-2.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий. <b>ПК-2.2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. <b>ПК-2.3.</b> Проводит испытания инновационной продукции.	Анализ опыта, ПС: 40.010 40.011
	<b>ПК-3</b> Способен использовать фундаментальные законы химии и владеть теорией и навыками практической работы для решения научно-исследовательских задач с использованием современных приборов и компьютерных технологий	<b>ПК-3.1.</b> Использует фундаментальные законы химической науки для разработки новых методов и методик анализа веществ и материалов, а также для решения научно-исследовательских задач в области аналитической химии и смежных с химией наук. <b>ПК-3.2.</b> Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в научно-исследовательской деятельности в выбранной области химии с использованием современных приборов и компьютерных технологий. <b>ПК-3.3.</b> Владеет теорией и навыками практической работы для решения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских задач.	Анализ опыта, ПС: 40.010 40.011

Формирование указанных компетенций по дисциплине связано с областями профессиональной деятельности выпускника магистратуры:

Профессиональный стандарт «Специалист по техническому контролю качества продукции», код 40.010. Вид профессиональной деятельности – «Технический контроль качества продукции». Обобщенные трудовые функции – Контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса. Код А. Уровень квалификации – 5.

Перечень трудовых функций:

Наименование ТФ	Код
Анализ качества сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий	A/01.5
Инспекционный контроль производства	A/02.5
Внедрение новых методов и средств технического контроля	A/03.5

Проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	A/04.5
---	--------

Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», код 40.011. Вид профессиональной деятельности – «Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива». Обобщенные трудовые функции – Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. Код С. Уровень квалификации – 6.

Перечень трудовых функций:

Наименование ТФ	Код
Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам	C/01.6
Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	C/02.6

В результате освоения дисциплины «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии» обучающийся должен:

#### **Знать:**

1. Основные принципы и области использования методов разделения и концентрирования веществ (ПК-2; ПК-3).
2. Основные понятия, термины, способы концентрирования и разделения, их количественные характеристики (ПК-2; ПК-3).
3. Основные закономерности процессов сорбции, межфазного разделения (экстракции, газовой и жидкостной хроматографии), современные гибридные методы анализа (ПК-2; ПК-3).
4. Классификацию методов разделения и концентрирования по числу контактирующих фаз, по агрегатному состоянию контактирующих фаз (ПК-2; ПК-3).
5. Количественные характеристики процессов разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования и коэффициент разделения анализа (ПК-2; ПК-3).

#### **Уметь:**

1. Самостоятельно работать с учебной, научной и справочной литературой по аналитической химии (ПК-2; ПК-3).
2. Представлять результаты экспериментов и наблюдений в виде графиков и таблиц (ПК-2; ПК-3).
3. Применять полученные теоретические знания и экспериментальные навыки для решения задач, связанных с применением комплексных соединений и органических реагентов (ПК-2; ПК-3).
4. Уметь обосновывать преимущества и возможности метода разделения и концентрирования как на этапе планирования эксперимента, так и при прогнозировании поведения реальных систем (ПК-2; ПК-3).
5. Проводить метрологическую и статистическую обработку результатов химического анализа (ПК-2; ПК-3).
6. Работать с компьютером на уровне пользователя и применять навыки работы с компьютерами при написании рефератов и выпускной квалификационной работы (ПК-2; ПК-3).



### **Владеть:**

1. Знаниями по разделению и концентрированию различных веществ, по использованию необходимого для этого оборудования и химической посуды (ПК-2; ПК-3).
2. Теоретическими и практическими знаниями по реализации различных методов разделения и концентрирования (ПК-2; ПК-3).
3. Навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщенные выводы (ПК-2; ПК-3).
4. Знаниями безопасной работы в химической лаборатории и умениями обращаться с химической посудой, реактивами и электрическими приборами (ПК-2; ПК-3).
5. Знаниями по подготовке образцов к анализу в зависимости от применяемого инструментального метода и задачи исследования (ПК-2; ПК-3).
6. Знаниями по применению современных инструментальных методов элементного и вещественного анализа в аналитических исследованиях (ПК-2; ПК-3).
7. Методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения (ПК-2; ПК-3).
8. Компьютерной техникой для получения необходимой научно-технической информации и обработки данных экспериментальных исследований (ПК-2; ПК-3).

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

## **5. Содержание дисциплины «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии»**

### **1. Введение. Основные понятия методов разделения и концентрирования. Место и роль методов концентрирования и разделения в анализе.**

*1.1. Общая характеристика и классификация методов разделения и концентрирования*  
Общая характеристика методов разделения и концентрирования. Основные понятия: разделение, концентрирование (относительное и абсолютное), выделение. Химические, физико-химические и физические методы. Классификация методов разделения и концентрирования по числу контактирующих фаз, по агрегатному состоянию контактирующих фаз. Количественные характеристики процессов разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования и коэффициент разделения.

*1.2. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии, влияние на метрологические характеристики методик анализа и их эффективность.* Концентрирование как частный случай разделения. Общность и различие целей. Единство физико-химических основ методов разделения и концентрирования. Объекты, при анализе которых используют методы разделения и концентрирования: природные и промышленные материалы, вещества высокой степени чистоты, объекты органического происхождения. Особенности определения низких содержаний. «Холостой» опыт. Связь метода разделения и концентрирования с методом последующего определения компонентов. Комбинированные и гибридные методы анализа.

## **2. Химические, физические и физико-химические методы разделения и концентрирования**

### **2.1. Метод осаждения. Осаждение органическими осадителями. Метод соосаждения. Концентрирование методом соосаждения**

Разделение и концентрирование методом осаждения и соосаждения. Различие осаждения и соосаждения. Общность и различие задач, решаемых методами осаждения и соосаждения. Гомогенное осаждение. Механизм процесса соосаждения. Процессы, доминирующие при соосаждении. Закон Хлопина, правило Панета-Фаянса-Хана. Молекулярная и ионная адсорбция. Изоморфное соосаждение.

### **2.2. Органические и неорганические коллекторы.**

Типы коллекторов и требования, предъявляемые к ним. Органические соосадители. Механизм соосаждения. Классификация органических соосадителей и соосаждаемых соединений. Примеры разделения и концентрирования элементов методами осаждения и соосаждения.

### **2.3. Электроосаждение.**

Различные варианты метода электроосаждения: электролиз, внутренний электролиз, цементация. Условия проведения эксперимента и аппаратура.

Осаждение микроэлементов, соосаждение. Осаждение матрицы. Гетерогенное равновесие. Константа гетерогенного равновесия. Полное осаждение одного компонента в присутствии другого. Влияние кислотности раствора и присутствия посторонних комплексообразователей на полноту разделения.

### **2.4. Экстракция как метод разделения и концентрирования.**

Разделение методом экстракции. Жидкостная и реакционная экстракция, экстракция комплексов металлов.

Разделение и концентрирование методом экстракции. Экстракция и реэкстракция. Основные законы экстракции; количественные характеристики экстракционных процессов:

константа распределения, константа экстракции, коэффициент распределения, степень извлечения. Фактор разделения. Условия количественного разделения веществ. Скорость экстракции. Факторы, влияющие на скорость. Характеристики методов определения состава экстрагирующихся соединений. Основные определения: экстракция, экстрагент, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт. Экстракция микро- и макрокомпонентов. Преимущества и недостатки экстракции.

### **2.5. Основные законы и количественные характеристики экстракции.**

Расчет количества экстракций, необходимых для полного извлечения компонента в органическую фазу. Константа экстракции. Типы экстрагирующихся соединений (классификация по Ю.А. Золотову). Классификация экстракционных систем по кислотно-основным свойствам экстрагентов и по типу экстрагирующихся соединений. Экстракция координационно-несольватированных неионных соединений с ковалентной связью. Понятие о жестких и мягких катионах и лигандах (экстрагентах) по классификации Пирсона.

Экстракция координационно-сольватированных нейтральных комплексов. Экстракция внутрикомплексных соединений (ВКС). Механизм экстракции и количественное описание экстракции ВКС. Влияние различных факторов на экстракцию (концентрация ионов водорода и реагента, концентрация иона металла и его состояние в растворах). Обменная экстракция. Применение экстракционных систем для целей концентрирования микроэлементов. Наиболее распространенные экстракционные системы. Способы проведения экстракционного концентрирования: экстракция основы и экстракция примесей. Эффекты высаливания и соэкстракции. Способы повышения экстракционного концентрирования.

### **2.6. Техника проведения экстракции.**

Противоточная, непрерывная, и периодическая экстракция.

Экстракция неполярных и малополярных веществ. Экстракция комплексных металлокислот. Влияние pH раствора, заряда и размера комплексного аниона, устойчивости комплексного иона, электроотрицательности периферийных атомов и сольватирующей способности экстрагента на экстракцию комплексных металлокислот. Экстракция внутрикомплексных соединений (ВКС). Влияние кислотности водной фазы, концентрации реагента, константы распределения и константы диссоциации реагента, константы устойчивости и константы распределения комплекса, конкурирующих реакций в водной фазе, солей-электролитов, концентрации элемента, температуры, растворителя на экстракцию ВКС. Характеристика основных экстракционных реагентов: ацетилацетон, дифенилтиокарбазон (дитизон), 8-оксихинолин и диэтилдитиокарбаминат натрия.

Реакционная экстракция. Различные механизмы реакционной экстракции. Экстракция ионов металлов в виде комплексных соединений. Экстракция смесями экстрагентов. Синергетический эффект. Экстракция твердых веществ. Газовая экстракция. Приборы для экстракции: делительные воронки, экстракторы Крэйга и Сокслета, газовые экстракторы. Области применения метода.

Экстракция расплавленными экстрагентами. Экстракционная хроматография.

Методы определения элементов, применяемые при анализе экстракционных концентратов.

#### *2.7. Сорбционные методы разделения и концентрирования. Методы внутрифазного разделения*

Общая характеристика. Классификация сорбционных методов. Сорбция на активных углях и оксидах металлов. Ионообменные смолы. Основные положения теории ионного обмена. Константа равновесия. Константа селективности. Типы ионообменников. Связь полноты обмена с величиной заряда и радиуса иона. Комплексообразующие сорбенты. Их преимущества перед ионообменниками. Факторы, влияющие на эффективность комплексообразующих сорбентов.

Методы анализа, применяемые в сочетании с сорбционным концентрированием. Методы внутрифазного разделения: электрофорез, капиллярный электрофорез, ультрацентрифугирование, масс-сепарация. Капиллярный электрофорез как метод разделения и концентрирования. Сущность метода. Электроосмотический поток и его использование для разделения веществ. Приборы для капиллярного электрофореза. Возможности метода.

#### *2.8. Мембранные методы разделения. Гибридные методы анализа Дистилляционные методы*

Разделительные мембраны: принцип действия, изготовление. Мембраны инертные и реакционные. Мембранные методы разделения: диализ, электродиализ, испарение через мембрану, обратный осмос, ультрафильтрация. Мембранное разделение газов.

Гибридные методы анализа Сочетание методов разделения и концентрирования с методами конечного определения. Разделение смесей веществ методом дистилляции. Классификация дистилляционных методов. Теоретические основы метода, количественные закономерности: уравнение Клаузиуса-Клапейрона, правило Трутона, закон Рауля, уравнение Фенске. Используемая аппаратура. Достоинства, ограничения и области применения метода.

#### *2.9. Хроматография как метод разделения и концентрирования*

Классификация по агрегатному состоянию и основные характеристики газовой (газожидкостная и газотвердофазная) и жидкостной (жидкостно-жидкостная, жидкостно-твердофазная и жидкостно-гелевая) хроматографии. Классификация по механизму взаимодействия (распределительная, адсорбционная, ионообменная, эксклюзивная, аффинная, осадительная, комплексообразовательная, экстракционная). Особенности экстракционной хроматографии, кривые элюирования, определение по ним степени селективности, коэффициента распределения; достоинства и недостатки.

#### *2.10 Иные методы концентрирования*

Дистилляция, ректификация (фазовые диаграммы, уравнение Релея), отгонка после химических превращений, флотация (смачиваемость, пенная, масляная пленочная флотации. Методы пенного (адсорбционного концентрирования).

### **3. Сравнение различных методов разделения и концентрирования**

Сравнение по метрологическим параметрам, взаимосвязь между объектом анализа и используемым методом концентрирования.

**Учебно-методическая карта дисциплины «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии»**

Номер недел и	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Количество баллов		Литература
		л	пр	Содержание	Часы		min	шах	
<b>1</b>	Основные понятия методов разделения и концентрирования. Место и роль методов концентрирования и разделения в анализе.	2	-	Общая характеристика методов разделения и концентрирования. Основные понятия: разделение, концентрирование (относительное и абсолютное), выделение. Химические, физико-химические и физические методы.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	<b>[1]- [5]</b>
<b>2</b>	Общая характеристика и классификация методов разделения и концентрирования	-	2	Классификация методов разделения и концентрирования по числу контактирующих фаз, по агрегатному состоянию контактирующих фаз. Количественные характеристики процессов разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования и коэффициент разделения.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	<b>[1]- [5]</b>
<b>3</b>	Методы разделения и концентрирования в аналитической химии, влияние на метрологические характеристики методик анализа и их эффективность	2		Концентрирование как частный случай разделения. Общность и различие целей. Единство физико-химических основ методов разделения и концентрирования. Объекты, при анализе которых используют методы разделения и концентрирования: природные и	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	<b>[1]- [5]</b>

				промышленные материалы, вещества высокой степени чистоты, объекты органического происхождения. Особенности определения низких содержаний. «Холостой» опыт. Связь метода разделения и концентрирования с методом последующего определения компонентов. Комбинированные и гибридные методы анализа.					
4	Метод осаждения. Разделение и концентрирование методом осаждения и соосаждения. Различие осаждения и соосаждения. Осаждение органическими осадителями. Концентрирование методом соосаждения.	-	2	Метод соосаждения. Общность и различие задач, решаемых методами осаждения и соосаждения. Гомогенное осаждение. Механизм процесса соосаждения. Процессы, доминирующие при соосаждении. Закон Хлопина, правило Панета-Фаянса-Хана. Молекулярная и ионная адсорбция. Изоморфное соосаждение.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	[1]- [5]
5	Органические и неорганические коллекторы. Типы коллекторов и требования, предъявляемые к ним. Органические соосадители.	2	-	Механизм соосаждения. Классификация органических соосадителей и соосаждаемых соединений. Примеры разделения и концентрирования элементов методами осаждения и соосаждения.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	[1]- [5]
6	Электроосаждение. Различные варианты метода электроосаждения: электролиз, внутренний электролиз, цементация. Условия проведения эксперимента и аппаратура.	-	2	Осаждение микроэлементов, соосаждение. Осаждение матрицы. Гетерогенное равновесие. Константа гетерогенного равновесия. Полное осаждение одного компонента в присутствии другого. Влияние кислотности раствора и присутствия посторонних комплексообразователей на полноту	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	[1]- [5]

				разделения.					
7	<p>Экстракция как метод разделения и концентрирования.</p> <p>Разделение и концентрирование методом экстракции. Основные определения: экстракция, экстрагент, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт. Скорость экстракции. Факторы, влияющие на скорость. Экстракция микро- и макрокомпонентов. Преимущества и недостатки экстракции.</p>	2	-	<p>Разделение методом экстракции. Жидкостная и реакционная экстракция, экстракция комплексов металлов.</p> <p>Экстракция и реэкстракция. Основные законы экстракции; количественные характеристики экстракционных процессов: константа распределения, константа экстракции, коэффициент распределения, степень извлечения. Фактор разделения. Условия количественного разделения веществ. Характеристики методов определения состава экстрагирующихся соединений.</p>	2	<p>Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование</p>	-	-	[1]- [5]
8	<p>Основные законы и количественные характеристики экстракции. Расчет количества экстракций, необходимых для полного извлечения компонента в органическую фазу. Константа экстракции. Типы экстрагирующихся соединений (классификация по Ю.А. Золотову). Классификация</p>	-	2	<p>Экстракция координационно-несольватированных неионных соединений с ковалентной связью. Понятие о жестких и мягких катионах и лигандах (экстрагентах) по классификации Пирсона.</p> <p>Экстракция координационно-сольватированных нейтральных комплексов. Экстракция внутрикомплексных соединений (ВКС).</p>	2	<p>Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование</p>	-	-	[1]- [5]

	экстракционных систем по кислотнo-основным свойствам экстрагентов и по типу экстрагирующихся соединений. Способы проведения экстракционного концентрирования: экстракция основы и экстракция примесей. Эффекты высаливания и соэкстракции. Способы повышения экстракционного концентрирования.			Механизм экстракции и количественное описание экстракции ВКС. Влияние различных факторов на экстракцию (концентрация ионов водорода и реагента, концентрация иона металла и его состояние в растворах). Обменная экстракция. Применение экстракционных систем для целей концентрирования микроэлементов. Наиболее распространенные экстракционные системы.					
9	Техника проведения экстракции. Противоточная, непрерывная, и периодическая экстракция. Экстракция неполярных и малополярных веществ. Экстракция комплексных металлокислот. Влияние рН раствора, заряда и размера комплексного аниона, устойчивости комплексного иона, электроотрицательности периферийных атомов и сольватирующей способности экстрагента на экстракцию комплексных металлокислот.	2	-	Экстракция внутрикомплексных соединений (ВКС). Влияние кислотности водной фазы, концентрации реагента, константы распределения и константы диссоциации реагента, константы устойчивости и константы распределения комплекса, конкурирующих реакций в водной фазе, солей-электролитов, концентрации элемента, температуры, растворителя на экстракцию ВКС. Характеристика основных экстракционных реагентов: ацетилацетон, дифенилтиокарбазон (дитизон), 8-оксихинолин и диэтилдитиокарбаминат натрия.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, коллоквиум	-	-	[1]- [6]
10	Реакционная экстракция. Реакционная экстракция. Различные механизмы реакционной экстракции. Экстракция ионов металлов в	-	2	Газовая экстракция. Приборы для экстракции: делительные воронки, экстракторы Крэйга и Сокслета, газовые экстракторы. Области применения метода. Экстракция расплавленными	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	[1]- [5]



	виде комплексных соединений. Экстракция смесями экстрагентов. Синергетический эффект. Экстракция твердых веществ. Газовая экстракция.			экстрагентами. Экстракционная хроматография. Методы определения элементов, применяемые при анализе экстракционных концентратов.					
<b>11</b>	Сорбционные методы разделения и концентрирования. Общая характеристика. Классификация сорбционных методов. Сорбция на активных углях и оксидах металлов. Ионообменные смолы. Основные положения теории ионного обмена. Константа равновесия.	2	-	Константа селективности. Типы ионообменников. Связь полноты обмена с величиной заряда и радиуса иона. Комплексообразующие сорбенты. Их преимущества перед ионообменниками. Факторы, влияющие на эффективность комплексообразующих сорбентов. Методы анализа, применяемые в сочетании с сорбционным концентрированием.	<b>2</b>	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	<b>[1]- [5]</b>
<b>12</b>	Методы внутрифазного разделения: электрофорез, капиллярный электрофорез, ультрацентрифугирование, масс-сепарация.	-	2	Капиллярный электрофорез как метод разделения и концентрирования. Сущность метода. Электроосмотический поток и его использование для разделения веществ. Приборы для капиллярного электрофореза. Возможности метода.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	<b>[1]- [5]</b>
<b>13</b>	Мембранные методы разделения: диализ, электродиализ, испарение через мембрану, обратный осмос, ультрафильтрация.	2	-	Разделительные мембраны: принцип действия, изготовление. Мембраны инертные и реакционные. Мембранное разделение газов.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	<b>[1]- [5]</b>
<b>14</b>	Гибридные методы анализа.	-	2	Гибридные методы анализа Сочетание методов разделения и концентрирования с методами конечного определения.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	<b>[1]- [6]</b>

15	Хроматография как метод разделения и концентрирования. Классификация по агрегатному состоянию. Классификация по механизму взаимодействия	2	-	Классификация по агрегатному состоянию и основные характеристики газовой (газожидкостная и газотвердофазная) и жидкостной (жидкостно-жидкостная, жидкостно-твердофазная и жидкостно-гелевая) хроматографии. Классификация по механизму взаимодействия (распределительная, адсорбционная, ионообменная, эксклюзивная, аффинная, осадительная, комплексообразовательная, экстракционная).	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	[1]- [7]
16	Хроматография как метод разделения и концентрирования.	-	2	Особенности экстракционной хроматографии, кривые элюирования, определение по ним степени селективности, коэффициента распределения; достоинства и недостатки.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	[1]- [7]
17	Дистилляционные методы. Иные методы концентрирования. Разделение смесей веществ методом дистилляции. Классификация дистилляционных методов. Используемая аппаратура. Достоинства, ограничения и области применения метода.	2	-	Дистилляция, ректификация (фазовые диаграммы, уравнение Релея), отгонка после химических превращений, флотация (смачиваемость, пенная, масляная пленочная флотации. Методы пенного (адсорбционного концентрирования). Теоретические основы метода, количественные закономерности: уравнение Клаузиуса-Клапейрона, правило Трутона, закон Рауля, уравнение Фенске.	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, коллоквиум	-	-	[1]- [5]; [8-10]
18	Сравнение различных методов разделения и концентрирования	-	2	Сравнение по метрологическим параметрам, взаимосвязь между объектом анализа и используемым методом концентрирования. Подготовка к зачету	2	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	-	-	[1]- [10]

	<b>ИТОГО</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>		-	-	
--	--------------	-----------	-----------	--	-----------	--	---	---	--

## 6. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины при проведении аудиторных занятий используется образовательная технология, предусматривающая такие методы и формы изучения материала как лекция, лабораторное занятие, включающие в том числе активные и интерактивные формы занятий:

- лекция-визуализация (Общая характеристика и классификация методов разделения и концентрирования; Разделение методом экстракции. Жидкостная и реакционная экстракция, экстракция комплексов металлов; Разделение методом экстракции. Экстракция органических веществ, газовая экстракция, экстракция твердых веществ; Сорбционные методы разделения и концентрирования. Методы внутрифазного разделения);
- лекция проблемного характера (Метод осаждения. Осаждение органическими осадителями. Метод соосаждения. Концентрирование методом соосаждения; Разделение методом экстракции. Жидкостная и реакционная экстракция, экстракция комплексов металлов; Разделение методом экстракции. Экстракция органических веществ, газовая экстракция, экстракция твердых веществ; Мембранные методы разделения. Гибридные методы анализа. Дистилляционные методы.)
- работа в малых группах (рефераты).
- При выполнении рефератов используется проектная технология (защита рефератов). Занятия, проводимые в интерактивной форме, в том числе с использованием интерактивных технологий, составляют 25 % от общего количества аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации, помощь в написании рефератов и др.) и индивидуальную работу студента, выполняемую, в том числе, в компьютерном классе с выходом в Интернет на естественнонаучном факультете и читальных залах университета.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

- работа с конспектом лекции (обработка текста);
- повторная работа над учебным материалом учебника;
- выполнение тестовых заданий;
- решение задач и упражнений по образцу;
- решение вариативных задач и упражнений;
- подготовка к лабораторной работе;
- обработка результатов лабораторных работ;
- подготовка реферата и доклада по нему с компьютерной презентацией;
- поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
- подготовка к сдаче зачета.

«В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет -ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.»

Лекции, лекции-беседы, практические занятия, самостоятельная работа студентов (доклады, рефераты, презентации).

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной ситуации и его практическая реализация.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем химии и химического анализа природных и промышленных объектов на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении домашних работ, решение задач повышенной сложности. При этом используются первые три уровня (из четырех) сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций, а обучаемые вместе с ним включаются в их разрешение; преподаватель лишь создает проблемную ситуацию, а разрешают её обучаемые в ходе самостоятельной деятельности.

4. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при сдаче коллоквиумов, при выполнении домашних индивидуальных заданий, на еженедельных консультациях.

В процессе обучения используются интерактивные методы обучения: творческие задания, разработка проектов, работа в малых группах, исследовательский метод обучения, деловые и ролевые игры, круглые столы, диспуты, семинары.

Инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе, основаны на использовании современных достижений науки и информационных технологий. Направлены на повышение качества подготовки путем развития у студентов творческих способностей и самостоятельности (методы проблемного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, рейтинговые системы обучения и контроля знаний и др.). Нацелены на активизацию творческого потенциала и самостоятельности студентов и могут реализовываться на базе инновационных структур (научных лабораторий, центров, предприятий и организаций и др.).

В процессе обучения используются активные и интерактивные формы обучения: творческие задания, разработка проектов, работа в малых группах, исследовательский метод обучения, обучение на основе опыта, дискуссионные технологии.

Традиционные лекции и лабораторные занятия проводятся в форме с использованием современных интерактивных технологий.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.)

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в

реальном режиме времени.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Примечания:

1. Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
2. В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

## **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе по дисциплине могут быть следующих видов:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературы) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой; поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий;
- решение задач, выполнение упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии» включает выполнение домашних заданий к каждому практическому занятию. Задания содержат устную подготовку по теоретическим вопросам,

подготовку докладов к каждому занятию и итогового реферата по выбранной или предложенной студентом теме. Доклады и реферат должны сопровождаться презентацией по теме.

Для подготовки к занятиям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями, указанными в списке рекомендованной литературы, а также интернет-источниками. Все методические материалы представлены в системе дистанционного обучения СОГУ.

### **Методические указания к самостоятельной работе студентов**

#### **Подготовка реферата и доклада по нему с компьютерной презентацией.**

Работу над рефератом можно условно подразделить на три этапа:

1. Подготовительный этап, включающий изучение предмета исследования, выполнение эксперимента (если необходимо).
2. Изложение результатов изучения в виде связного текста.
3. Доклад (устное сообщение) по теме реферата, проиллюстрированное презентацией.

Подготовительный этап работы включает в себя:

1.1. Выбор (формулировку) темы.

1.2. Поиск источников.

1.3. Работа с источниками. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание на предметные и именные указатели. Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

1.4. Создание конспектов для написания реферата. Подготовительный этап работы с литературой завершается созданием конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы).

1.5. Выполнение эксперимента (если необходимо).

2. Создание текста реферата (20-30 стр.). Текст реферата должен подчиняться определенным требованиям: он должен раскрывать тему, обладать связностью и цельностью. Раскрытие темы предполагает, что в тексте излагается относящийся к теме материал и предлагаются пути решения содержащейся в теме проблемы; связность текста предполагает смысловую соотносительность отдельных компонентов, а цельность - смысловую законченность текста. Изложение материала в тексте должно подчиняться определенному плану - мыслительной схеме, позволяющей контролировать порядок расположения частей текста. Универсальный план научного текста, помимо формулировки темы, предполагает изложение вводного материала, основного текста и заключения.

Полученные результаты представляются в виде доклада (5-7 страниц) с презентацией, в котором должно быть отражено содержание проделанной работы. По результатам делается устное сообщение на 5-7 мин.

### **Критерии формирования оценок при представлении реферата**

При оценке реферата учитываются:

1. Знания и умения на уровне требований программы прикладной химии: знание фактического материала, усвоение общих представлений, понятий.
2. Умение ориентироваться в профессиональных источниках информации и работать с ними.
3. Культура письменного изложения материала.
4. Умение оформлять результаты работы.
5. Умение чётко и логично доложить основные результаты работы.
6. Качество и информативность иллюстрационного материала.
7. Умение грамотно, чётко отвечать на вопросы и вести аргументированную дискуссию.
8. Умение работать в группе.

### **Критерии оценивания реферата**

<b>Оценка, балл</b>	<b>Описание</b>
5 (отлично)	<p>Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме доклада, выполнена задача заинтересовать обучающихся; деление текста на введение, основную часть и заключение.</p> <p>В основной части:</p> <p>логично, связно и полно доказывается выдвинутый тезис; заключение содержит выводы, логично вытекающие из содержания основной части;</p> <p>для выражения своих мыслей не пользуется упрощённо-примитивным языком;</p> <p>демонстрирует полное понимание проблемы;</p> <p>представлена презентация к докладу;</p> <p>получены правильные ответы на все вопросы преподавателя;</p> <p>все требования, предъявляемые к оформлению реферата, выполнены.</p>
4 (хорошо)	<p>Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме доклада, в известной мере выполнена задача заинтересовать обучающихся;</p> <p>в основной части логично, связно, но недостаточно полно доказывается выдвинутый тезис;</p> <p>заключение содержит выводы, логично вытекающие из содержания основной части;</p> <p>представлена презентация к докладу;</p> <p>для выражения своих мыслей студент не пользуется упрощённо-примитивным языком;</p> <p>получены правильные ответы не на все вопросы преподавателя;</p> <p>все требования, предъявляемые к оформлению реферата, выполнены.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Во введении тезис сформулирован нечетко или не вполне соответствует теме выступления;</p> <p>в основной части выдвинутый тезис доказывается недостаточно логично (убедительно) и последовательно;</p> <p>заключение содержит выводы, не полностью соответствующие содержанию основной части;</p> <p>представлена презентация к докладу, но имеются грамматические ошибки;</p>



2  
(неудовлетворительно)

студент не смог четко ответить на вопросы преподавателя;  
язык работы в целом не соответствует уровню магистранта;  
имеются недочеты в оформлении реферата.  
Во введении тезис сформулирован нечетко или не вполне  
соответствует теме доклада;  
в основной части выдвинутый тезис доказывается недостаточно  
логично (убедительно) и последовательно;  
в заключении выводы не полностью соответствуют содержанию  
основной части;  
язык работы в целом не соответствует уровню магистранта;  
оформление работы не соответствует требованиям.

### **Подготовка к коллоквиуму**

Подготовка к коллоквиуму предполагает глубокое изучение студентами рекомендованных работ, осмысленное их конспектирование, проведение преподавателем консультации о задачах и характере проведения коллоквиума, о требованиях к студентам по сложным и неясным вопросам работы.

**Коллоквиум** – это не только форма контроля самостоятельной работы студентов над первоисточниками, форма проверки их знаний (одна из разновидностей устного экзамена), но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе беседы преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникшие у студентов. Коллоквиум содержит элементы и проверки знаний, и консультации. Однако нельзя превращать коллоквиум ни в консультацию, ни в экзамен.

**Задача коллоквиума** – добиться глубокого изучения студентами рекомендованных работ, тем, разделов курса; пробудить стремление овладеть богатым теоретическим наследием; осуществить контроль самостоятельной работы студентов. Поскольку коллоквиум является проверкой знаний студентов, он проводится как индивидуальная беседа преподавателя со студентом, но, так как одной из главных задач коллоквиума является углубление знаний студентов, собеседование следует проводить в присутствии группы студентов. Если студент, с которым беседует преподаватель, не отвечает на поставленный ему вопрос, рекомендуется адресовать этот вопрос другим студентам. Таким образом, беседа идет с группой студентов по данной работе или проблеме, освещенной в нескольких работах. В этом случае небольшой коллектив студентов работает активно и вдумчиво, так как каждый следит за работой, дополняет другого студента, участвует в споре и обсуждении.

Если на экзамене не рекомендуется перебивать студентов во время ответа, то в ходе собеседования преподаватель может задавать вопросы при изложении студентами материала, направлять беседу, включать в беседу других студентов. Собеседование не должно носить формального характера. Поэтому не рекомендуется на коллоквиум одновременно вызывать большую группу студентов.

### **К студентам, сдающим коллоквиум, предъявляются обычно следующие требования**

Каждый студент должен иметь конспект работы, который может быть относительно кратким, но содержательным. Коллоквиум без конспектов работы проводить не следует, ибо не может быть глубокого, серьезного изучения работ без их конспектирования, знания категорий, раскрытых в работе. Студент должен видеть за каждой правовой категорией и экономическим понятием реальные процессы и явления общественной жизни. Студент должен знать содержание работы, отдельных глав и параграфов, структуру работы в целом, уметь осветить отдельные вопросы каждой работы и решить каждую проблему в указанных работах.

На коллоквиуме студент хорошо «раскрывается», он высказывает все свои сомнения, задает вопросы, иногда спорит с преподавателем. Поэтому предоставляется возможность лучше узнать каждого студента и лучше организовать дифференцированное обучение.

На следующие общие вопросы следует обратить внимание студентов при подготовке к коллоквиуму и во время коллоквиума:

- Когда и с какой целью написана работа?
- Структура работы.
- Основные проблемы, рассматриваемые в работе.
- Историческое и международное значение работы.

Преподаватель постановкой вопросов может направлять беседу.

Следует обратить внимание на то, что на кафедре должен иметься перечень вопросов для коллоквиума, составленный по главам и параграфам работы или основным вопросам темы, раздела курса.

### **Примерная тематика докладов и рефератов по дисциплине**

1. Количественные характеристики эффективности разделения и концентрирования.
2. Основные положения метода соосаждения. Типы коллекторов и требования, предъявляемые к ним. Закон Хлопина, правило Панета-Фаянса-Хана.
3. Количественные характеристики экстракционных процессов: константа распределения, константа экстракции, коэффициент распределения, степень извлечения. Фактор разделения.
4. Классификация экстракционных систем по кислотно-основным свойствам экстрагентов. Характеристика экстрагентов. Экстракция расплавленными экстрагентами. Методы определения элементов, применяемые при анализе экстракционных концентратов.
5. Методы анализа, применяемые в сочетании с сорбционным концентрированием.
6. Электрохимические методы разделения.
7. Экстракция как метод разделения и концентрирования.
8. Мембранные методы разделения.
9. Хроматография как метод разделения и концентрирования.
10. Сравнение различных методов разделения и концентрирования
11. Основные законы и количественные характеристики экстракции.

### **8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Текущий контроль знаний проводится путем оценки выполнения заданий к практическим занятиям (коллоквиумам), а также устных ответов на практических занятиях, выступлений с докладами и рефератами, оценки подготовленных студентами презентаций.

#### **Примеры заданий к практическим занятиям**

1. Что подразумевают под терминами «разделение» и «концентрирование»? Приведите классификацию методов разделения и концентрирования в зависимости от наличия и характера фазовых переходов.
2. Докажите (математически), что экстрагирование дробными порциями экстрагента более эффективно, чем однократное экстрагирование таким же суммарным объёмом экстрагента?
3. Приведите вывод формулы, связывающей степень однократной экстракции, коэффициент распределения и соотношение объёмов водной и органической фаз.
4. Постройте график зависимости коэффициента распределения амфолита (НВ) между неполярным органическим растворителем и водой от рН. Показатель константы кислотности НВ равен 10,0;  $H_2B^+$  – 7,0; величина константы распределения молекул НВ – 100, величина константы распределения ионов пренебрежимо мала.

5. Постройте график зависимости коэффициента распределения слабого основания (В) между неполярным органическим растворителем и водой от рН. Показатель константы кислотности кислоты, сопряжённой с исследуемым основанием, равен 7,0, величина константы распределения молекул основания – 100, величина константы распределения сопряжённой кислоты пренебрежимо мала.
6. Что такое реакционная экстракция? Приведите примеры (напишите формулы) катионообменных, анионообменных и координационных экстрагентов.
7. Приведите вывод формулы, связывающей степень экстракции, коэффициент распределения, соотношение объёмов органической и водной фаз и число экстракций.
8. Какой экстрагент, хлороформ или тетрахлорметан, обеспечивает более эффективное разделение фенола и 1-нафтола, если константы распределения их между  $\text{CHCl}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$  равны, соответственно, 1,9 и 67, а между  $\text{CCl}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}$  – 0,5 и 17?
9. Постройте график зависимости коэффициента распределения слабой кислоты (НА) между неполярным органическим растворителем и водой от рН. Показатель константы кислотности исследуемой кислоты равен 7,0, величина константы распределения – 100, величина константы распределения сопряжённого основания ( $\text{A}^-$ ) пренебрежимо мала.
10. С помощью какого закона может быть описано экстракционное равновесие? Приведите его математическое выражение. Что такое константа распределения, коэффициент распределения, степень однократной экстракции, константа экстракции?
11. Дайте определение терминам «жидкость-жидкостная экстракция», экстрагент, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт.
12. Рассчитайте коэффициент концентрирования для целевого компонента – вещества А, если при экстракции в органический растворитель переходит 99% от исходного количества вещества А и 0,1% от исходного количества балластных веществ, содержащихся в исследуемой матрице.
13. Коэффициент распределения аминифеназона между бензолом и водой равен 6,8, а коэффициент распределения феназона – 0,09. Рассчитайте коэффициент разделения аминифеназона и феназона при их экстракции бензолом из водного раствора.
14. Рассчитайте коэффициент концентрирования для вещества Х, если при экстракции в органический растворитель переходит 95% от исходного количества вещества Х и 0,1% от исходного количества балластных веществ, содержащихся в исследуемой матрице.
15. Рассчитайте коэффициент распределения эфедрина между хлороформом и водой, если при однократной экстракции 200 мл  $\text{CHCl}_3$  из 100 мл водной фазы в экстракт переходит 84% алкалоида. 222. Какое минимальное число экстракций порциями бензола по 10 мл необходимо провести для извлечения не менее 99% никотина из 100 мл водной фазы, если коэффициент распределения никотина между бензолом и водой равен 9.
16. Рассчитайте степень извлечения кислоты, имеющей  $\text{pK}_a = 4,0$ , при экстракции её 50,0 мл  $\text{CHCl}_3$  из 25,0 мл водной фазы при рН 3,0. 24 Константа распределения молекул кислоты в системе  $\text{CHCl}_3/\text{H}_2\text{O}$  равна 10,0, константу распределения анионов считать равной 0.
17. Рассчитайте коэффициент распределения кофеина между хлороформом и водой, если при однократной экстракции 25,0 мл хлороформа из 10,0 мл водной фазы в экстракт переходит 98,1% от исходного количества алкалоида.
18. Коэффициент распределения бензойной кислоты между диэтиловым эфиром и водой равен 78. Какой объём органического растворителя следует взять, чтобы за одну экстракцию извлечь из 10,0 мл водной фазы 99% бензойной кислоты? 226. Коэффициент распределения салициловой кислоты между диэтиловым эфиром и водой равен 170. Из какого объёма водной фазы за одну экстракцию 10,0 мл диэтилового эфира можно извлечь 99% салициловой кислоты?

19. Коэффициент распределения алкалоида хинина между хлороформом и водой равен 117. Сколько % хинина перейдет в органический растворитель при экстракции его 10,0 мл  $\text{CHCl}_3$  из 50,0 мл водной фазы?
20. Рассчитайте степень извлечения органической кислоты, имеющей  $\text{pK}_a = 4,20$ , при экстракции её 50,0 мл  $\text{CHCl}_3$  из 25,0 мл водной фазы при  $\text{pH} 2,50$ . Константа распределения неионизированных молекул кислоты в системе  $\text{CHCl}_3/\text{H}_2\text{O}$  равна 25, константу распределения анионов считать пренебрежимо малой.
21. Рассчитайте степень извлечения органического основания, имеющего  $\text{pK}_{\text{BH}^+} = 8,50$ , при экстракции его 25,0 мл  $\text{CHCl}_3$  из 10,0 мл водной фазы при  $\text{pH} 10,5$ . Константа распределения неионизированных молекул основания в системе  $\text{CHCl}_3/\text{H}_2\text{O}$  равна 20, константу распределения катиона (сопряжённой кислоты) считать пренебрежимо малой.
22. Коэффициент распределения хинина между бензолом и водой равен 16. Какое минимальное число экстракций порциями бензола по 10,0 мл необходимо провести для извлечения не менее 99,9 % хинина из 100 мл водной фазы?

### Вопросы и задания для самоконтроля при подготовке к практическим занятиям

#### Коллоквиум № 1

1. Роль разделения и концентрирования в аналитической химии. Современные методы разделения. Количественные характеристики разделения.
  - Перечислите факторы, от которых зависит коэффициент распределения.
  - При каких значениях коэффициентов разделения и коэффициентов распределения достигается количественное разделение веществ?
  - Может ли быть достигнуто количественное разделение веществ А и В, если их коэффициенты распределения равны  $D_A = 1000$  и  $D_B = 0,1$ ?
  - Какие условия необходимо создать для перехода вещества из водной фазы в органическую?
  - Укажите различия между константой и коэффициентом распределения. Для какого типа частиц константа и коэффициент распределения обычно равны?
  - От каких факторов зависит степень извлечения вещества?
2. Применение методов осаждения и соосаждения для разделения веществ. Расчет условий осаждения
  - Объясните преимущества аморфного осадка перед кристаллическим при соосаждении микрокомпонентов.
  - Какие преимущества имеют органические коллекторы при соосаждении микрокомпонентов?
  - Рассчитайте коэффициент разделения при осаждении 8-оксихинолином алюминия и магния, если  $\text{pH}$  раствора равен 5.  $\text{CaI} = \text{CMg} = 0,01$  моль/л.  $\text{COx} = 0,1$  моль/л.  $\text{pK}_a(\text{HOx}) = 9,8$ .
3. Применение метода экстракции для разделения веществ. Различные варианты метода и их аппаратное оформление. Расчет условий проведения эксперимента.
  - Для какого типа равновесия применима константа экстракции?
  - Какие экстрагенты используют для экстракции хлоридных комплексов скандия и циркония?
  - Необходимо перевести данное растворенное вещество из одного растворителя в другой не смешивающийся с ним растворитель; коэффициент распределения растворенного вещества равен около 3,5. Объем первой фазы, первоначально содержащей все растворенное вещество, равен 10 мл. Рассчитайте число последовательных экстракций

свежими порциями (по 10 мл) второго растворителя, чтобы экстрагировать не менее 99% растворенного вещества из исходного растворителя.

#### 4. Применение метода экстракции для разделения веществ. Различные варианты метода и их аппаратное оформление. Расчет условий проведения эксперимента

- Какие растворители используют для экстракции координационно-насыщенных и координационно-ненасыщенных внутрикомплексных соединений?
- Какие из перечисленных параметров влияют на значение коэффициента распределения: концентрация, pH раствора, маскирующие вещества, температура?
- Какие из перечисленных органических растворителей: бензол, хлороформ, диэтиловый эфир, метилизобутилкетон – следует использовать для экстракции комплексных кислот типа  $H_nMX_{m+n}$ ?
- Каким должен быть минимальный коэффициент распределения, обеспечивающий извлечение 95% растворенного вещества из 100,0 мл водного раствора экстракцией двумя порциями по 25,0 мл.
- Рассчитайте долю растворенного вещества А, экстрагируемого 50 мл чистого несмешивающегося с водой органического растворителя из 100 мл водной фазы, если коэффициент распределения растворенного вещества  $D_c$  равен 80 и если А существует в каждой фазе в виде мономерной частицы.
- Экспериментально найдено, что 90% замещенного фенола экстрагируется из воды равным объемом бензола. Чему будет равен процент экстракции замещенного фенола, если удвоить объем бензола?
- Почему молекулярный йод гораздо лучше растворяется в четыреххлористом углероде, чем в воде? Почему трийодид не экстрагируется четыреххлористым углеводом?

#### 5. Хроматография

- Коэффициент распределения  $K$  для вещества А в данной хроматографической колонке больше, чем для вещества В. Какое вещество выйдет из колонки первым?
- Как оценивают эффективность разделения в хроматографии?
- Найдите длину хроматографической колонки, если  $H = 0,1$  мм, а  $N = 10000$ . Твердый образец содержит нитраты натрия и калия. Навеску 5,00 г растворили в достаточном количестве воды и разбавили деионизованной водой до 1,00 л. Далее 50,0 мл раствора пропустили через колонку с дауэксом-50 в  $H^+$ -форме. Выделившуюся кислоту элюировали водой. После завершения элюирования, что установлено прибором, регистрирующим электропроводность, элюированную кислоту оттитровали 0,1032 М раствором NaOH до достижения конечной точки по метиловому оранжевому. На это потребовалось 27,90 мл титранта. Каков процентный состав пробы?
- При разделении нуклеозидов методом колоночной ЖХ с использованием УФ-детектора идентифицированы следующие пики: воздух 4,0 мин, уридин 30 мин, инозин 43 мин, гуанозин 57 мин, аденозин 71 мин, цитидин 96 мин. На колонке других размеров, но содержащей ту же неподвижную фазу, пик воздуха появляется через 5,0 мин, а пик уридина – через 53 мин. Через 100 мин элюируется еще один компонент. Идентифицируйте его.

#### Коллоквиум № 2

##### 1. Применение метода дистилляции для разделения веществ. Различные варианты метода и их аппаратное оформление. Расчет условий проведения эксперимента.

- В каких условиях дистилляция обеспечивает полное разделение веществ, обладающих низкой термической устойчивостью?
- Укажите различия между дистилляцией и отгонкой.

- Гексадекан имеет температуру кипения 287,5 °С при атмосферном давлении. Найдите давление его пара при 150 °С. Константа Трутона для гексадекана равна 20 кал/(моль град).
- Для анализа ультрамалых количеств пестицидов в природных пробах необходимы сверхчистые растворители. В одном из опытов найдено, что загрязнение растворителя эквивалентно 25 мкг ДДТ на 1 г растворителя. Если нужно понизить содержание примесей до уровня, эквивалентного 1 нг ДДТ на 1 г растворителя, какому числу теоретических тарелок должен соответствовать дистиллятор?
- Найдено, что для флегмового числа  $R = 20$  эффективность колонки эквивалентна 20 теоретическим тарелкам. Можно ли использовать эту колонку для разделения эквимолярной смеси двух компонентов, кипящих соответственно при 100 и 106 °С?

2. Электрофорез. Капиллярный электрофорез. Преимущества капиллярного электрофореза. Возможности применения капиллярного электрофореза в аналитической химии.

- Дайте толкование понятий электрофорез, капиллярный электрофорез.
- Как рассчитать коэффициент селективности для разделения веществ методом электрофореза?
- Какие вещества можно разделять (определять) методом электрофореза?

3. Мембранные методы разделения. Мембраны твердые и жидкие. Мембраны инертные и реакционные. Мембранное разделение в лабораторной химии и химической технологии.

- Что такое мембрана?
- Чем определяется селективность мембраны?
- Дайте определение понятию активный перенос.
- Что такое пластифицированная жидкая мембрана?

### Примеры тестовых заданий для текущего контроля знаний студентов

1. Метод хроматографии был открыт

- а) Гейровским,
- б) Цветом,**
- в) Гей-Люссаком,
- г) Миншуткиным.

2. Хроматография – это метод

- а) разделения,
- б) концентрирования,
- в) маскирования,
- г) разделения и концентрирования.**

3. Хроматографические разделения используют в

- а) количественном анализе,
- б) качественном анализе,
- в) и в качественном и в количественном анализе.**

4. Хроматографические методы классифицируют по

- а) агрегатному состоянию среды и механизму процесса разделения,

- б) агрегатному состоянию и форме проведения хроматографического процесса,
- в) механизму процесса разделения и форме проведения хроматографического процесса,
- г) агрегатному состоянию среды, механизму и форме проведения хроматографического процесса разделения.**

5. Установите соответствие между принципом классификации и хроматографическим методом, основанном на нем

- а) среда-----1) колоночная, капиллярная,
- б) механизм разделения-----2) газовая, жидкостная,
- в) форма проведения-----3) молекулярная, ионообменная.

6. Разделение веществ в жидкостной адсорбционной хроматографии обусловливается

- а) обратимым обменом ионами,
- б) различиями адсорбционных свойств компонентов,**
- в) различным распределением хроматографируемых веществ между двумя несмешивающимися жидкостями,
- г) различной растворимостью компонентов смеси в неподвижной фазе.

7. Уравнение изотермы адсорбции по Лэнгмюру имеет вид

- а)  $\Gamma = \Gamma_{\infty}(1 + K_a \cdot c_p)$ ,
- б)  $\Gamma = \Gamma_{\infty}(K_a \cdot c_p)/(1 + K_a)$ ,
- в)  $\Gamma = \Gamma_{\infty}(K_a \cdot c_p)$ ,
- г)  $\Gamma = \Gamma_{\infty}(K_a \cdot c_p)/(1 + K_a \cdot c_p)$ .**

8. Коэффициенты распределения ( $K_p$ ) ионов между ионообменной смолой и равновесным раствором определяют по уравнению

- а)  $K_p = M_c V / (M_p m)$ ,**
- б)  $K_p = M_c / (M_p m)$ ,
- в)  $K_p = M_c V / M_p$ ,
- г)  $K_p = M_c V / m$ .

9. Ионообменная хроматография основана на ... .

10. Если концентрационная константа обмена  $K_M^H > 1$ , то

- а) сорбируемость обоих ионов одинакова,
- б) вытесняющий ион проявляет большее сродство к сорбенту, чем вытесняемый,**
- в) вытесняющий ион проявляет меньшее сродство к сорбенту, чем вытесняемый,

16. Распределительная хроматография на бумаге является

- а) полумикроаналитическим методом,

- б) макроаналитическим методом,
- в) ультрамикроаналитическим методом,
- г) **микроаналитическим методом.**

11. Преимуществом капиллярной газовой хроматографии перед газовой хроматографией с насадочными колонками является:

- 1) бóльшая эффективность;
- 2) бóльшая чувствительность;
- 3) возможность анализировать пробы большего объёма;
- 4) более низкая стоимость используемых колонок.

12. Неподвижной фазой в газовой хроматографии может быть жидкость:

- 1) содержащаяся в порах хроматографической бумаги;
- 2) находящаяся на поверхности твёрдого инертного носителя;
- 3) находящаяся в порах поперечно сшитого декстранового геля;
- 4) которую наливают в хроматографическую колонку.

13. Азот, используемый в качестве подвижной фазы в газовой хроматографии, характеризуется по сравнению с водородом большей:

- 1) стоимостью;
- 2) взрывоопасностью;
- 3) вязкостью;
- 4) теплопроводностью.

14. Жидкостный хроматограф в отличие от газового имеет:

- 1) насос;
- 2) детектор;
- 3) хроматографическую колонку;
- 4) систему ввода пробы.

15. Хроматографию, в которой в качестве неподвижной фазы используется силикагель, а в качестве подвижной - смесь гексана и изопропилового спирта (95:5) можно назвать:

- 1) обращённо-фазовой;
- 2) нормально-фазовой;
- 3) ионной;
- 4) гель-хроматографией.

16. Аналитическим сигналом в плоскостной хроматографии, по величине которого может быть проведено количественное определение веществ, является:



- 1) расстояние от линии старта до центра пятна;
- 2) площадь пятна;
- 3) отношение величин  $R_f$ , полученных при разных концентрациях определяемого вещества;
- 4) отношение величин  $R_f$  определяемого вещества и стандарта.

*17. Укажите, к каким методам анализа относится «хроматография»:*

- A. Качественным.
- B. Количественным.
- C. Методам разделения и концентрирования веществ.
- D. Инструментальным методам.

*18. Бумажная хроматография относится к*

- A. Распределительной.
- B. Колоночной.
- C. Капиллярной.
- D. Газовой.

*19. Степень активности оксида алюминия оценивают по шкале*

- A. Брокмана.
- B. Кельвина.
- C. Фольгарда.
- D. Хольцмана.

*20. На каком свойстве веществ основана хроматография*

- A. Гидротации.
- B. Сорбции.
- C. Осаждении.
- D. Элюировании.

*21. Что является неподвижной фазой в бумажной хроматографии:*

- A. Органический растворитель.
- B. Вода в порах бумаги.
- C. Бумага.
- D. Колонка.

*22. Подвижной фазой в газо-жидкостной хроматографии является:*

- A. Жидкость.
- B. Газ.
- C. Твёрдое вещество.

D. Вода.

23. *Хроматография, основанная на использовании различий в коэффициентах распределения разделяемых компонентов между подвижной и неподвижной фазами, представляющей собой жидкость, это:*

A. Распределительная хроматография.

B. Ионообменная хроматография.

C. Адсорбционная хроматография.

D. Хемихроматография.

24. *Хроматография как метод исследования и анализа была введена в науку:*

A. Фаянсом.

B. Брокманом.

C. Цветом.

D. Бренстедом.

25. *Хроматография, основанная на использовании неодинаковой способности разделяемых компонентов вступать в специфическое взаимодействие с поверхностью адсорбента - неподвижной фазы – за счет адсорбции, это:*

A. Распределительная хроматография.

B. Ионообменная хроматография.

C. Адсорбционная хроматография.

D. Хемихроматография.

26. *Хроматография, основанная на использовании различной способности ионов разделяемых компонентов, находящихся в подвижной фазе к обмену с ионами неподвижной фазы, это:*

A. Распределительная хроматография.

B. Ионообменная хроматография.

C. Адсорбционная хроматография.

D. Хемихроматография.

### **Вопросы к зачету по дисциплине**

1. Методы разделения и концентрирования, их общность и различие. Классификация. Количественные характеристики эффективности.
2. Виды и способы концентрирования. Объекты анализа. Холостой опыт.
3. Осаждение и соосаждение как методы разделения и концентрирования. Требования к коллекторам. Неорганические коллекторы. Механизм соосаждения микрокомпонентов с неорганическими коллекторами.

4. Органические коллекторы, их преимущества перед неорганическими. Классификация органических коллекторов. Типы соединений микрокомпонентов, соосаждающихся с органическими коллекторами.
5. Механизм соосаждения микрокомпонентов с неорганическими коллекторами. Органические коллекторы, их преимущества перед неорганическими. Классификация органических коллекторов.
6. Экстракция. Способы выполнения, терминология, основные условия экстрагируемости вещества.
7. Основные законы экстракции и количественные характеристики ее эффективности.
8. Классификации экстракционных систем.
9. Экстракция неионизованных соединений. Молекулярные соединения неионного характера.
10. Экстракция внутрикомплексных соединений (ВКС). Количественное описание экстракции ВКС. Факторы, влияющие на эффективность экстракции ВКС. Обменная экстракция.
11. Экстракция ионных соединений. Координационно-несольватированные ионные ассоциаты.
12. Экстракция комплексных кислот кислородсодержащими растворителями. Гидратно-сольватный механизм экстракции.
13. Экстракция аминами и металлоорганическими соединениями.
14. Способы проведения экстракционного концентрирования. Приемы повышения избирательности экстракционного концентрирования. Влияние макрокомпонента на экстракцию микрокомпонента. Эффекты высаливания и соэкстракции.
15. Общая характеристика сорбционных методов разделения и концентрирования. Способы выполнения. Количественные характеристики. Типы сорбентов.
16. Сорбция на неорганических ионообменниках. Особенности разделения и концентрирования с использованием активных углей.
17. Ионообменные смолы и факторы, определяющие их свойства.
18. Комплексообразующие сорбенты, особенности их строения, использования. Модифицированные кремнеземы.
19. Физические методы концентрирования. Дистилляционные и электрохимические.
20. Основные понятия и количественные характеристики разделения и концентрирования.
21. Направленная кристаллизация и зонная плавка
22. Количественные характеристики и способы проведения экстракции.
23. Физико-химические закономерности сорбции.
24. Жидкомембранное концентрирование.
25. Пробирная плавка.
26. Двойной электрический слой и электрофорез.
27. Отгонка после химических превращений.
28. Флотация.
29. Классификация хроматографических методов.
30. Энергетика экстракционных процессов.
31. Осаждение. Катионо- и анионообменная экстракция.
32. Электровыделение и цементация.
33. Координационная экстракция и экстракция смесями экстрагентов.
34. Электродиализ и электроосмос.
35. Дистилляция и ректификация.
36. Классификация методов разделения и концентрирования.
37. Экстракционная хроматография.
38. Адсорбционное концентрирование.

### Оценивание ответа студента на зачёте

<i>Характеристика ответа</i>	<i>Оценка</i>
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	<b>Зачтено (Высокий уровень)</b>
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	<b>Зачтено (Средний уровень)</b>
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	<b>Зачтено (Минимальный уровень)</b>
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	<b>Не зачтено (Минимальный уровень не достигнут)</b>

### Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут»	«Минимальный уровень»	«Средний уровень»	«Высокий уровень»
<u>Компетенции не сформированы.</u>	<u>Компетенции сформированы.</u>	<u>Компетенции сформированы.</u>	<u>Компетенции сформированы.</u>

Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
<b>Описание критериев оценивания</b>			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам.	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной

		Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	литературы.
--	--	---	-------------

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Литература

#### *а) основная литература:*

1. Сальникова Е. Методы концентрирования и разделения микроэлементов : учебное пособие / Е. Сальникова, Е. Кудрявцева ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012. – 220 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259316>
2. Основы аналитической химии. В 2-х кн.: Учеб. для вузов. Кн.-1 : Общие вопросы. Методы разделения. / Под ред. академ. РАН Ю.А.Золотова . - М. : Высш. школа, 1996. - 383с.
3. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа : [16+] / И.Н. Мовчан Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева, Р.Г. Романова ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013. – 236 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259010>
4. Мовчан Н. И. Аналитическая химия : физико-химические и физические методы анализа : учебное пособие / Н. И. Мовчан. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 236 с. - ISBN 978-5-7882-1454-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214542.html>
5. Александрова Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 537 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09354-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450432>
6. Александрова Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09460-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450453>

#### *б) дополнительная литература*

7. Майер В.Р. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография / В.Р. Майер ; под общ. ред. М.Б. Бару ; пер. с англ. И.А. Петухова, О.А. Петуховой, С.Б. Гомбоевой и др. – 5-е изд. – Москва : Техносфера, 2017. – 408 с. : ил., табл., схем. – (Мир химии). –

- Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496529>
8. Никитина Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 394 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00427-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449690>
  9. Смагунова А. Н. Статистические методы в аналитической химии : учебное пособие для вузов / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 364 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13147-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449294>
  10. Громов Н.В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: сборник задач с основами теории и примерами решений : [16+] / Н.В. Громов, О.П. Таран ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 112 с. : ил., табл., граф. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576263>

#### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (требуется регистрация в библиотеке СОГУ):

1. Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ) (<https://dvs.rsl.ru>).
2. ЭБС «Университетская библиотека online» (<https://biblioclub.ru>).
3. ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» (<http://elibrary.ru>).
4. Универсальная баз данных East View (<https://dlib.eastview.com>). Логин: Khetagurov; Пароль: Khetagurov
5. ЭБС «Консультант студента». <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям ([www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru))
7. Информационно-правовой портал «Гарант» (<http://www.garant.ru/>).
8. Справочная правовая система Консультант Плюс (<http://www.consultant.ru/>).

#### Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)	Страна производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
2.	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
3.	Windows 8.1 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
4.	Windows 8.1 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США

5.	Windows 8 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
6.	Windows 8 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
7.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
8.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
9.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
10.	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
11.	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
12.	Система тестирования Sunrav WEB Class	№468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т. (бессрочно)	Россия
13.	Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 г. (максимум-софт) бессрочно	Россия
14.	Система компьютерной верстки MikTex	Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) (бессрочно)	
15.	Kasperksy Endpoint Security	До 22.01.2024 г.	Россия
16.	Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw	Свободное программное обеспечение (бессрочно)	США
17.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат. ВУЗ»	№4576-1 от 17.01.2022 г. (действителен до 31.12.2022 г.) с ЗАО «Анти-Плагат»	Россия
18.	Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 г. с ООО «Максимум» (бессрочно)	Россия
19.	Программное обеспечение 1С: зарплата и кадры гос. учреждения 8	№СД./ №126., 01.07.2020 г. «МАКСИМУМ-СОФТ» бессрочно	Россия
20.	Программное обеспечение 1С: бюджет.	№СД/76 01.03.2017 г. «максимум-софт» (бессрочно)	Россия
21.	Автоматизированная система «Управление –Деканат БРС»	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611830 от 06.02.2015 г. (бессрочно)	СОГУ
22.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ	СОГУ



		№2015611829 от 06.02.2015 г. (бессрочно)	
23.	Консультант+		Россия
24.	Планы	№8867, от 14.01.2022 г. (14.01.2022 г. до 13.01.2023 г.) ООО ЛММИС	Россия
25.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021 г. ИП И.А. Сергеевич Тех. под. 07.04.2022 г.	Россия
26.	«Галактика»	от 14.03.2022 г. (примерная дата)	Россия
27.	BricsCAD	Bricys NV, до 03.11.2021 г.	Бельгия
28.	Cisco Webex - Система проведения вебинаров.	ООО Айстек договор № Д67- 2021 от 03.08.2021 - 03.08.2022 г.	США
29.	DIRECTUM RX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022 г. (примерная дата)	Россия
30.	Услуги связи (доступ к сети интернет)	ООО Алком № AL-0044 от 01.02.2022 г. - 31.12.2022 г.	Россия
31.	AutoCAD		США
32.	MOODLE	Бесплатное российское	США (бесплатное российское)
33.	VEEAM		Швейцария
34.	«Галактика РУЗ»	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
35.	Личный кабинет абитуриента	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
36.	Личный кабинет студента/сотрудника	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
37.	Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ)	<a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
38.	ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»	<a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
39.	ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
40.	Универсальная баз данных East View	<a href="https://dlib.eastview.com">https://dlib.eastview.com</a>	США
41.	ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия

	естественным и точным наукам в целом.		
42.	ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям	<a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
43.	КЭП (домен на Яндексе)	бесплатное	Россия
44.	РусГард	бесплатное	Россия
45.	ViPNet		Россия

## 10. Материально-техническое оснащение дисциплины

### Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, в том числе приспособленных для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
<p><b>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:</b> преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра.</p> <p>Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 604</p>
<p><b>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:</b> преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра.</p> <p>Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), персональный</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46,</p>

<p>компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p>	<p>учебный корпус № 7, ауд. № 606</p>
<p><b>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:</b> преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся.</p> <p>Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 603</p>
<p><b>Лаборатории: компьютерные классы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:</b> преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся.</p> <p>Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), компьютеры для компьютерного класса в комплекте - с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ;</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 614</p>
<p><b>Библиотека, в том числе читальный зал:</b> столы и стулья для обучающихся, компьютеры в комплекте – с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Консультант плюс; Гарант; Cisco Webex; MOODLE.</p> <p>ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a></p> <p>ЭБС «Консультант студента» <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p> <p>ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a></p> <p>Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ(ЭБД РГБ) <a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a></p> <p>ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a></p> <p>ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a></p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Церетели/Ватутина, дом 16/19, учебный корпус № 6</p>

## **11. Лист обновления/актуализации**