


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
аналитической химии

 _____ Т.В. Елисеева

02.07.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.03 Методы разделения и концентрирования

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: *04.04.01 Химия*
2. Профиль подготовки/специализация: *Органическая химия*
3. Квалификация (степень) выпускника: *магистр*
4. Форма обучения: *очная*
5. Кафедра, отвечающая за реализацию практики: *кафедра аналитической химии*
6. Составители программы: *к.х.н., доц. Воронюк И.В.*
7. Рекомендована:
Научно-методическим советом химического факультета от 17.06.2021 протокол № 5
8. Учебный год: *2022/2023* Семестр(-ы): *3*

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является обучение студентов методологии выбора методов на стадии подготовки проб, умению применять их на практике.

Задачей дисциплины является освоение методов разделения, выделения, маскирования, концентрирования, основанных на физических явлениях и химических процессах.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (вариативной) блока Б1, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности	ПК-1.1	Обеспечивает сбор научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач.	Знать: информационные ресурсы с научной, технической и патентной информацией Уметь: проводить выбор информации из спектра научной и технической информации. Владеть: навыками обработки массива информации по выбранной проблематике
		ПК-1.2	Составляет аналитический обзор собранной научной, технической и патентной информации по тематике исследовательского проекта	Знать: приемы поиска необходимой информации по проблематике дисциплины Уметь: проводить анализ информации из спектра научной и технической информации. Владеть: навыками написания аналитического обзора по выбранной тематике.
ПК-2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области органической химии	ПК-2.1	Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.	Знать: основные этапы химического анализа Уметь: формулировать задачи для оптимизации этапов химического анализа Владеть: навыками планирования исследований на каждом этапе химического анализа
		ПК-2.2	Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной	Знать: основы методов о разделения и концентрирования Уметь: осуществлять выбор необходимого метода разделения и концентрирования, исходя из природы объекта анализа, задачи анализа.

			задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Владеть: навыками проведения пробоподготовки и разделения аналитов, оптимизации выбранных для анализа методик и грамотного применения их на практике.
ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области физической и неорганической химии	ПК-3.1	Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.	Знать: области применения методов анализа и концентрирования в различных отраслях промышленности Уметь: сопоставлять и анализировать достоинства и недостатки методов разделения и концентрирования с целью выбора оптимального. Владеть: навыками проведения анализа информации о способах исследования аналита, требованиях к условиям проведения анализа
		ПК-3.2	Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Знать: основные способы решения практических задач в ходе химического анализа, сопровождающегося стадией пробоподготовки Уметь: осуществлять выбор наиболее оптимального метода разделения и/или концентрирования для решения конкретной практической задачи Владеть: навыками проведения процедур концентрирования и разделения с использованием различных методов.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 4/144

Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		3	4
Аудиторные занятия	56	56	
в том числе:	18	18	18
	–	–	–
	38	38	38
Самостоятельная работа	88	88	
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации			
Итого:	144	144	

13.1. Содержание разделов дисциплины

N п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1.	Введение в курс. Классификация методов концентрирования и разделения.	Значение методов разделения и концентрирования, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные методы.	-
1.2.	Методы разделения гетерогенных систем	Флотация. Фильтрация. Седиментация. Сепарация.	-
1.3	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	Осаждение. Электроосаждение. Отгонка. Дистилляция. Ректификация. Вымораживание. Селективное растворение. Кристаллизация.	-
1.4.	Сорбционные и хроматографические методы	Сорбционное концентрирование органических соединений. Твердофазная экстракция.	-
1.5	Экстракционные методы	Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений.	-
1.6	Методы, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью	Мембранные методы разделения. Количественные характеристики разделения в мембранных процессах. Баромембранные методы. Диализ. Электродиализ. Электродеионизация. Газодиффузионное разделение. Испарение через мембрану.	-
1.7	Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов	Примеры использования методов для выделения и концентрирования микроэлементов и органических соединений из различных объектов: объекты окружающей среды (различные типы вод, почвы, воздух), пищевых продуктов, биологических и других объектов.	-
2. Практические занятия			

3. Лабораторные занятия		
1.2.	Методы разделения гетерогенных систем	Идентификация катионов металлов и анионов минеральных кислот в смеси с использованием метода осаждения
1.3	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	Концентрирование микроколичеств железа соосаждением с карбонатом кальция Разделение железа и магния методом осаждения.
1.4.	Сорбционные и хроматографические методы	Разделение ионов меди и железа (III) с применением ионного обмена. Концентрирование ионов меди с применением ионного обмена. Разделение и идентификация фенолов методом тонкослойной хроматографии.
1.5	Экстракционные методы	Экстракционное разделение катионов металлов из их смеси. Экстракционное концентрирование микроколичеств алюминия и железа из водных растворов.
1.7	Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов	Экстракционно-фотометрическое определение цинка в водных растворах

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практически	Лабораторны	Самостоятельна	Всего
1	Введение в курс. Классификация методов концентрирования и разделения.	2		-	10	12
2	Методы разделения гетерогенных систем	2		4	14	20
3	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	2		8	14	24
4	Сорбционные и хроматографические методы	4		12	15	31
5	Экстракционные методы	4		10	15	29

6	Методы, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью	2		-	10	12
7	Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов	2		4	10	16
	Итого:	18	–	38	88	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для целостного освоения дисциплины рекомендуется в полном объеме ознакомиться с лекциями, практическими и лабораторными занятиями. На лекциях обучающимся будет представлена информация по методам разделения и концентрирования в химическом анализе, будет систематизирована подаваемая информация и приведены примеры решения типовых задач. Обучающимся рекомендуется вести конспект лекций, в случае недопонимания или возникновения противоречия получаемой информации следует задать вопрос преподавателю.

Выполнение лабораторной работы осуществляется только после прохождения инструктажа по технике безопасности и получения допуска от преподавателя. Прежде чем приступить к работе необходимо предварительно ознакомиться с теоретическими основами изучаемого метода и, главное, ходом выполнения лабораторной работы. Каждую лабораторную работу необходимо оформить в лабораторном журнале в виде отдельной работы, где отражены следующие разделы: номер лабораторной работы, название, сущность работы, приборы и материалы, ход выполнения работы, обработка результатов и выводы. Каждую лабораторную работу необходимо защитить и получить подпись преподавателя.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник : для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю.А. Золотова .— Москва : Академия, 2014 .— Т. 1 / [Т.А. Большова и др.] .— 6-е изд., перераб. и доп. — 390 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Методы разделения и выделения веществ в химии, медицине, промышленном производстве / [сост. Т.В. Елисеева, Л.С. Нечаева, А.Н. Зяблов и др.]; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. – 62 с.
3	Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : [учебник] / Л.Н. Москвин, О.В. Родинов. — Долгопрудный : Интеллект, 2011. — 348 с.
4	Аналитическая химия : в 3 т. : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности

	"Химия"] / под ред. Л.Н. Москвина .— М. : Academia, 2008. – Т. 2: Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / [И.Г. Зенкевич и др.] .— 2008 .— 299, [1] с
--	--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
5.	Электронная библиотека ЗНБ ВГУ
6.	ЭБ «Military»,
7.	ЭБС «Консультант студента»
8.	ЭБС «IPRbooks»
9.	ЭБС «ЛАНЬ»
10.	ЭБС «Университетская библиотека on-line»
11.	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" https://edu.vsu.ru/
12.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Рекомендации и требования по оформлению выпускных квалификационных работ студентов химического факультета ВГУ [Электронный ресурс] : методическое пособие : [для студ. хим. фак. всех направлений и специальностей подготовки] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.Н. Семенов, Е.В. Томина, В.Ю. Кондрашин .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 .— Загл. с титула экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-194.pdf >.
2.	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник : для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю.А. Золотова .— Москва : Академия, 2014 .— Т. 1 / [Т.А. Большова и др.] .— 6-е изд., перераб. и доп. — 390 1 с.
3.	Основы аналитической химии : Задачи и вопросы: Учебное пособие для студ. ун-тов, хим.-технол., пед., с.-х., мед. и фармацевт. вузов / Под ред. Ю. А. Золотова; Авт.-сост.: Алов Н. В. и др. — М. : Высш. шк., 2002 .— 411 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины проводятся различные типы лекций (вводная, обзорная, лекция-информация), используются дистанционные образовательные технологии на базе реализации курса на ресурсе edu.vsu.ru

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала, проведения текущей и промежуточной аттестации, проведения части лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций, взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров. Для освоения дисциплины рекомендуется список литературы и ресурсы для электронного обучения (ЭО) (п. 15).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- мультимедийное оборудование для показа презентаций (проектор, ноутбук, экран);
- учебная, справочная и методическая литература.

- лабораторное оборудование и материалы (электродиализатор, экстракторы, колонки, заполненные сорбентом, баня с охлаждающей смесью, спектрофотометр, аналитические весы, химические реактивы и посуда, сорбенты).

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение в курс. Классификация методов концентрирования и разделения.	ПК-1	ПК-1.1, 1.2	Реферат
2.	Методы разделения гетерогенных систем	ПК-2	ПК-2.1, 2.2	Реферат
3	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	ПК-2	ПК-2.2	Контрольная работа
4	Сорбционные и хроматографические методы	ПК-2	ПК-2.2	Реферат
5	Экстракционные методы	ПК-2	ПК-2.2	Контрольная работа
6	Методы, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью	ПК-2	ПК-2.2	Реферат
7	Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов	ПК-3	ПК-3.1, 3.2	Реферат
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Перечень вопросов

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольные работы, рефераты.

Контрольная работа № 1 (по разделу «Экстракционные методы»)

Вариант 1.

1. К 100 мл раствора, содержащего $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л Cu^{2+} , добавили 10 мл раствора карбоновой кислоты в бензоле, и довели pH до 4, при котором коэффициент распределения меди равен 500. Найти степень извлечения, степень концентрирования и концентрацию меди в органической фазе.

2. Каким должен быть минимальный коэффициент распределения, обеспечивающий извлечение 95 % растворенного вещества из 100,0 мл водного раствора экстракцией: 1) двумя порциями по 25,00 мл; 2) пятью порциями по 10,0 мл?

3. Известно, что константа распределения кислоты HA между равными объемами воды и органического растворителя равна 100. Рассчитайте pH, при котором кислота экстрагируется на 50 %, $K = 1,0 \cdot 10^{-5}$

Вариант 2.

1. Рассчитайте коэффициент разделения меди и магния при экстракции их раствором 8 - оксихинолина в хлороформе, если исходные концентрации металлов и объемы фаз равны, а степени извлечения составляют 97,0 и 23,0 % соответственно.

2. Можно ли добиться 99 %-ного извлечения растворенного вещества с константой распределения 20 в результате: а) однократной обработки 100,0 мл водного раствора этого вещества 25,0 мл бензола; б) трехкратной такой же обработки?

3. Каким объемом керосина надо обработать 1 м^3 воды из нефтяной скважины, содержащей 20 мг/л йода, чтобы содержание его в сточной воде после экстракции соответствовало требованиям ПДК (I_2) = 0,01 мг/л? Коэффициент распределения йода в данной системе 2500.

Контрольная работа № 2 (по разделу «Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы»)

Вариант 1.

1. К 1 дм^3 раствора, содержащего $1 \cdot 10^{-5}$ моль/ дм^3 AgNO_3 , добавили 1 см^3 1 М раствора Na_2CO_3 . Будет ли выпадать осадок Ag_2CO_3 ? Сколько нужно добавить 1 М раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, чтобы количественно (>99.9%) соосадить серебро? $\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 6.15 \cdot 10^{-12}$, $\text{ПР}(\text{CaCO}_3) = 1.2 \cdot 10^{-8}$.

2. Рассчитать, какое количество раствора натриевой щелочи с концентрацией 1 моль/л необходимо добавить к 200 см^3 раствора, содержащего 0.28 г/дм^3 Fe^{3+} и 45 мг/дм^3 Sc^{3+} , чтобы практически полностью (на 99.9%) осадить железо. Какова при этом будет степень соосаждения скандия? $\text{ПР}(\text{Sc}(\text{OH})_3) = 2 \cdot 10^{-30}$; $\text{ПР}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 1 \cdot 10^{-17}$.

3. К 1 дм^3 раствора, содержащего по 0.1 моль/ дм^3 Cu^{2+} и Fe^{3+} , добавили 0.1 моль NaOH. После фильтрования осадка в растворе было найдено 0.070 моль/ дм^3 Fe^{3+} и 0.097 моль/ дм^3 Cu^{2+} . $\text{ПР}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 2.2 \cdot 10^{-20}$; $\text{ПР}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 1 \cdot 10^{-17}$. Подчиняется ли система закону Хлопина?

Вариант 2.

1. К 100 см^3 раствора, содержащего $2 \cdot 10^{-5}$ моль/ дм^3 $\text{La}(\text{NO}_3)_3$, добавили 100 см^3 раствора, содержащего 0.2 моль/ дм^3 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и 0.9 г кристаллической щавелевой кислоты. Найти степень соосаждения и остаточные концентрации лантана и кальция в растворе. $\text{ПР}(\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3) = 2.5 \cdot 10^{-10}$, $\text{ПР}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2 \cdot 10^{-9}$. Достигнуто ли количественное соосаждение лантана, >95%, достаточное для проведения анализа?

2. Для соосаждения следовых количеств стронция к 50 мл раствора, содержащего $1 \cdot 10^{-5}$ моль/ дм^3 Sr^{2+} , добавили некоторое количество серной кислоты и 50 см^3 $0,1$ моль/ дм^3 раствора Ca^{2+} . Рассчитать степень соосаждения стронция, если известно, что после осаждения в растворе осталось 0.01 моль/ дм^3 Ca^{2+} . Была бы степень соосаждения стронция выше, если бы к исходному раствору добавили Ba^{2+} в том же количестве? $\text{ПР}(\text{BaSO}_4) = 1.1 \cdot 10^{-10}$, $\text{ПР}(\text{CaSO}_4) = 2.5 \cdot 10^{-5}$, $\text{ПР}(\text{SrSO}_4) = 3.2 \cdot 10^{-7}$.

3. Растворы, полученные после растворения отработанного ядерного горючего в серной кислоте, очищают от радиоактивного элемента радия медленным соосаждением его с барием. Найдите степень соосаждения радия, если к 1 дм³ раствора, содержащего 0.001 моль/дм³ серной кислоты и $1 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³ радия, добавлено 250 г хлорида бария. $PP (BaSO_4) = 1.1 \cdot 10^{-10}$, $PP (RaSO_4) = 4.3 \cdot 10^{-11}$.

Темы рефератов

1. Мембранные методы разделения (Количественные характеристики разделения в мембранных процессах. Баромембранные методы).

2. Применение методов разделения и концентрирования для объектов окружающей среды.

3. Применение методов разделения и концентрирования для пищевых продуктов и биологических объектов.

4. Мембранные методы разделения (Диализ. Электродиализ. Электродеионизация)

5. Ионообменное разделение и концентрирование неорганических веществ.

6. Гибридные методы.

Описание технологии проведения и требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Контрольные работы проводятся в рамках практической работы после прохождения на лекции и семинаре рассматриваемой темы. Контрольная работа имеет 2 варианта и состоит из трех задач. Темы рефератов раздаются в начале семестра, с обучающимися заранее оговаривается график докладов, основанный на представляемом материале. Требования к реферату: формат А4, шрифт Times New Roman, 12 пт, 1,5 интервал; количество страниц не менее 15, количество литературных источников не менее 10; структура: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, список литературы. Доклад может проводиться с презентацией для более наглядного представления информации.

Критерии оценки текущей аттестации (контрольной работы) по итогам освоения дисциплины:

Оценка «отлично» ставится студенту, верно решившего все задания контрольной работы.

Оценка «хорошо» ставится студенту, верно решившего более 75% от количества контрольных заданий.

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, верно решившего более 50% от количества контрольных заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, верное решившего менее 50% контрольных заданий.

Критерии оценки текущей аттестации (реферат) по итогам освоения дисциплины:

Оценка «зачтено» ставится студенту за выполнение требований к реферату в полной мере и успешный устный доклад по материалам реферата, заключающийся в адекватности представления темы и ответов на вопросы аудитории.

Оценка «не зачтено» ставится студенту за неполное выполнение требований к реферату в полной мере и доклад представленной на низком уровне, характеризующийся неполным пониманием темы и невозможностью ответить на опросы аудитории по теме.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольно-измерительных материалов в виде билетов, содержащих 2 вопроса из списка вопросов, представленных ниже. Порядок формирования КИМ формируется таким образом, чтобы вопросы были из разных разделов читаемого курса.

Возможно выставление итоговой оценки по результатам промежуточной аттестации в случае, если студент по всем видам текущего контроля ответил верно на 75% и выше от общего количества заданий. К промежуточной аттестации студент может быть допущен при условии выполнения лабораторных работ и из защите в форме открытой беседы.

Вопросы к зачету

1. Значение методов разделения и концентрирования, области применения.
2. Классификация методов концентрирования и разделения.
3. Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов.
4. Методы разделения гетерогенных систем. Флотация.
5. Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции.
6. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции.
7. Способы осуществления экстракции.
8. Экстракция микроэлементов.
9. Экстракция органических соединений.
10. Твердофазная экстракция.
11. Количественные характеристики разделения в мембранных процессах.
12. Баромембранные методы. Диализ. Электродиализ.
13. Электродиализ. Электродеионизация.
14. Газодиффузионное разделение. Испарение через мембрану.
15. Сорбционное концентрирование органических соединений.
16. Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы. Дистилляция и ректификация.
17. Сорбционные методы. Параметры сорбции. Основные типы сорбентов.
18. Сорбционное концентрирование микроэлементов.
19. Методы разделения гетерогенных систем. Седиментация. Сепарация.
20. Осаждение. Электроосаждение.
21. Вымораживание. Селективное растворение. Кристаллизация.
22. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения.
23. Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов.

Описание технологии проведения

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа)*.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются количественные шкалы оценок на основе пятибалльной системы.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
полный, развернутый ответ, включающий необходимые примеры и пояснения.	Повышенный уровень	отлично

правильный, но неполный ответ. Отдельные неточности в передаче материала. Отсутствие грубых ошибок. Умение находить общий алгоритм решения задач.	Высокий уровень	хорошо
в целом правильный, но неполный и неточный ответ.	Средний уровень	удовлетворительно
отсутствие знаний по вопросу билета или неверные, значительно искаженные знания.	Низкий уровень	неудовлетворительно