Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ФДТ.2 Основы экстракционных и сорбционных процессов»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
04.03.01 Химия
(код и наименование направления подготовки)

Нефтехимия
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*ФДТ.2 Основы экстракционных и сорбционных процессов*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 6 от "09" февраля 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра химии _____ Е.В. Сальникова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Заведующий кафедрой
химии _____ Е.В. Сальникова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
04.03.01 Химия _____ Е.В. Сальникова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Бикмиеева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
химико-биологического _____ А.Н. Сизенцов
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 188126

© Сальникова Е.В., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

углубленное изучение теоретических, методологических основ экстракционных и сорбционных процессов, а также конструктивных особенностей современных приборов, для проведения таких исследований.

Задачи:

1) знать базовую терминологию, относящуюся к методам разделения и концентрирования;
2) знать количественные характеристики и механизмы экстракционных процессов;
3) знать количественные характеристики и механизмы сорбционных процессов;
4) иметь представление об аппаратурном оснащении и условиях проведения эксперимента при осуществлении экстракционных и сорбционных процессов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является факультативной(ым)

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.17 Аналитическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	**Знать:** - методы научного познания, в том числе методы системного анализа. **Уметь:** - осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников. **Владеть:** - навыками системного подхода для решения поставленных задач.
ПК*-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	ПК*-4-В-1 Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании при реализации химического анализа сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства инструментальными методами ПК*-4-В-2 Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о	**Знать:** - стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании при реализации химического анализа сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства инструментальными методами; **Уметь:** - составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	выполненной работе по заданной форме	**Владеть:** - способностью осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**34,25**	**34,25**
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка :* *- проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к промежуточной аттестации.*	**73,75**	**73,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика	18	4	-	-	14
2	Экстракционные методы разделения и концентрирования. Классификация. Количественные характеристики	46	8	-	8	30
3	Сорбционные методы разделения и концентрирования. Механизмы, количественные характеристики	44	6	-	8	30
	Итого:	**108**	**18**		**16**	**74**
	Всего:	**108**	**18**		**16**	**74**

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика

Методы разделения, концентрирования и методы определения – две группы методов аналитической химии. Комбинированные, гибридные методы. Разделение, концентрирование, выделение. Абсолютное, относительное, индивидуальное, групповое концентрирование. Значение концентрирования и области его применения. Место концентрирования в аналитическом цикле.

Количественные характеристики концентрирования. Способы концентрирования.

Классификации и общая характеристика методов концентрирования и разделения. Современное состояние методов. Успехи и проблемы.

Раздел № 2 Экстракционные методы. Количественные характеристики

Экстракция. Особенности экстракции как метода разделения и концентрирования. Количественное описание процессов экстракции. Терминология, требования к экстрагентам. Экстракционные системы. Неионизированные нейтральные соединения: координационно-несольватированные нейтральные соединения с ковалентными связями; хелаты и внутрикомплексные соединения; координационно-сольватированные нейтральные (смешанные) комплексы. Ионные ассоциаты: координационно-несольватированные ионные ассоциаты; минеральные кислоты; комплексные металлокислоты; другие соединения.

Экстракция неионизированных нейтральных соединений. Координационно-несольватированные нейтральные соединения. Высокая избирательность. Выражение для коэффициента распределения. Закон Нернста, отклонения от закона. Координационно-сольватированные нейтральные соединения. Механизм экстракции. Выражения для коэффициента распределения. Метод сдвига равновесия.

Экстракция внутрикомплескных соединений. Хелаты. Хелатообразующие реагенты. Правило Л.А. Чугаева. Экстракция координационно-ненасыщенных хелатов. Уравнения для коэффициента распределения. Установление состава комплексов. Зависимость экстракции от pH. Константа экстракции.

Экстракция координационно-ненасыщенных хелатов. Синергизм. Описание синергетической экстракции с помощью закона действующих масс. Особенности экстракции катионных и анионных хелатов.

Экстракция ионных ассоциатов. Координационно-несольватированные ионные ассоциаты. Факторы, способствующие росту экстракции: увеличение диэлектрической проницаемости растворителя, увеличение размера и гидрофобности ионов. Требования к анионам или катионам-партнёрам. Использование в качестве реагентов краун-эфиров, серу- и азотосодержащих аналогов.

Комплексные металлокислоты и их соли. Факторы, повышающие коэффициент распределения. Присутствие сильной минеральной кислоты. Соэкстракция. Подавление экстракции.

Экстракция комплексных кислот аминами и солями четвертичных аммониевых оснований. Механизмы: ионный обмен, присоединение, внедрение. Факторы, влияющие на экстракцию аминами.

Использование экстракции в аналитической химии. Изучение равновесия в растворах. Разделение смесей. Управление процессами разделения. Маскирование. Отделение при реэкстракции. Обменная экстракция. Условия обмена. Обменные ряды.

Гибридные методы, включающие экстракцию. Экстракционно-фотометрический, экстракционно-люминисцентный, экстракционно-атомно-абсорбционный методы. Экстракция и вольамперометрия. Прямая потенциометрия. Экстракция в радиохимии.

Способы осуществления экстракции. Экстракция расплавами, использование трёхфазных систем, гель-экстракция. Экстракционная хроматография.

№ 3 Сорбционные методы. Механизмы, количественные характеристики

Сорбционные методы концентрирования. Механизмы взаимодействия вещества с сорбентом. Количественная оценка сорбции. Степень извлечения. Коэффициент распределения. Статический и динамический варианты сорбции. Достоинства сорбционных методов концентрирования. Сорбенты. Требования к сорбентам. Активные угли. Механизм сорбции на углях. Оксиды, гидроксиды, соли металлов. Синтетические иониты. Комплексообразующие сорбенты (хелатные смолы).

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Техника безопасности. Экстракционно – фотометрическое определение меди из природных вод диэтилдитиокарбаматом свинца	4
2	2	Концентрирование микроколичеств алюминия из природных вод экстракцией 8 – оксихинолином с последующим фотометрическим определением	4
3	3	Определение селективности ионита КУ-2-8 по извлечению ионов меди (в динамических условиях)	2
4	3	Влияние pH среды на сорбцию ионов меди (II) ионитом КУ-2-8	2
5	3	Определение селективности ионита КУ-2-8 по извлечению ионов кальция (в статических условиях)	2
6	3	Определение ионов железа (III) и меди (II) в их смеси	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Современное состояние экстракционного метода: учебное пособие / Б. И. Петров, А. Е. Леснов.- Лань, 2021. - 356 с.

2. Сальникова, Е. В. Методы концентрирования и разделения микроэлементов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Сальникова Е. В., Кудрявцева Е. А. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ОГУ. – 2012. – 221 с.

Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259316

3. Сальникова Е.В., Кудрявцева Е.А. Методы концентрирования и разделения микроэлементов [Текст]: учеб. пособие для вузов / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбург. гос. ун-т». – М. : ООО «ТиРу», 2012. – 221 с. : ил. - Библиогр.: с. 209-213. - Прил.: с. 214-220. - ISBN 978-5-93883-215-2.

5.2 Дополнительная литература

1. Москвин, Л. Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии [Текст] : [учебник] / Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. - М. : Интеллект, 2011. - 352 с. : ил. - Библиогр.: с. 343-344. - Предм. указ.: с. 345-348. - ISBN 978-5-91559-080-8.

2. Скальный, А. В. Методы разделения и концентрирования в анализе объектов окружающей среды [Текст] : [науч.-метод. пособие] / А. В. Скальный, Е. В. Сальникова, Е. А. Кудрявцева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : Университет, 2012. - 189 с. : ил. - Библиогр.: с. 177-181. - Прил.: с. 182-188. - ISBN 978-5-4417-0082-5.

5.3 Периодические издания

1. Журнал аналитической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН.
2. Журнал неорганической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН.
3. Журнал физической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН.
4. Химическая промышленность сегодня : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

– http://www.biblioclub.ru - сайт ЭБС «Университетская библиотека online»;
– http://e.lanbook.com/ - сайт ЭБС ««Лань»»;
– http://www.msu.ru - сайт Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий лекционного типа, используется аудитория оснащенная комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специализированные лаборатории, оснащенные оборудованием.

Приборы и оборудование: мультимедийный проектор с ноутбуком, кондуктометр «Мультитест КСП-1», хроматограф «Кристалл», центрифуга, весы аналитические, pH метр, фотоколориметр, система капиллярного электрофореза «Капель -105», полярограф ПИ-1, флюорат, Spectroskan.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.