

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б.4.2 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)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии

наименование кафедры

протокол № 5 от "10" января 2018г.

Заведующий кафедрой

Кафедра химии

наименование кафедры



подпись

Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Исполнители:

Заведующий кафедрой химии

должность



подпись

Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

04.03.01 Химия

код наименование



личная подпись

Е.В. Сальникова

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись



Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

химико-биологического

личная подпись



Е.С. Барышева

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Сальникова Е.В., 2018  
© ОГУ, 2018

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель** – ознакомление с теоретическими основами экстракционных и сорбционных процессов.

### **Задачи:**

- 1) ознакомление с методами разделения и концентрирования;
- 2) ознакомление с основными понятиями и количественными характеристиками экстракционных и сорбционных процессов;
- 3) изучение механизмов экстракционных и сорбционных процессов.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является факультативной

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций   | Формируемые компетенции   |
|---|---|
| <p><b>Знать:</b><br/>– основные области использования современной аппаратуры при проведении научных исследований;<br/>– принцип работы современной аппаратуры при проведении научных исследований.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>– работать на современной аппаратуре по стандартным методикам анализа;<br/>– проводить наблюдения и измерения, составлять их описание, формулировать выводы и интерпретировать результаты.</p> <p><b>Владеть:</b><br/>– базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований.</p> | ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

| Вид работы                                | Трудоемкость, академических часов |              |
|---|-----------------------------------|--------------|
|   | 6 семестр                         | всего        |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                 | <b>108</b>                        | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа:</b>                 | <b>34,25</b>                      | <b>34,25</b> |
| Лекции (Л)                                | 18                                | 18           |
| Практические занятия (ПЗ)                 | 16                                | 16           |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25                              | 0,25         |
| <b>Самостоятельная работа:</b>            | <b>73,75</b>                      | <b>73,75</b> |

| Вид работы   | Трудоемкость, академических часов |       |
|--|-----------------------------------|-------|
|  | 6 семестр                         | всего |
| - <i>самоподготовка</i> :<br>- <i>проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий</i> ;<br>- <i>подготовка к практическим занятиям</i> ;<br>- <i>подготовка к рубежному контролю</i> . |                                   |       |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>   | <b>зачет</b>                      |       |

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| № раздела | Наименование разделов                | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|--------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                      | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                      |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Методы разделения и концентрирования | 18               | 2                 |    |    | 14             |
| 2         | Основы экстракционных процессов      | 44               | 8                 | 8  |    | 30             |
| 3         | Основы сорбционных процессов         | 46               | 8                 | 8  |    | 30             |
|           | Итого:                               | 108              | 18                | 16 |    | 74             |
|           | Всего:                               | 108              | 18                | 16 |    | 74             |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**№ 1. Методы разделения и концентрирования.** Общая характеристика экстракционных и сорбционных процессов.

**№ 2. Основы экстракционных процессов.** Распределение вещества между двумя жидкими фазами. Закон распределения Нернста, константа распределения. Равновесное состояние, факторы, влияющие на равновесное состояние. Закон действующих масс и константа экстракции. Экспериментальные количественные характеристики экстракции – коэффициенты распределения, разделения, концентрирования, степень очистки. Классификации экстракционных процессов. Термодинамика экстракции. Правило фаз Гиббса для экстракционных процессов, термодинамическое описание основных типов равновесия. Активность и коэффициенты активности при разном выборе шкалы концентрации и стандартного состояния. Эффект высаливания и его применение. Кинетика экстракции и поверхностные явления. Значение кинетических факторов, определяющих скорость процесса экстракции (химические реакции, массоперенос, образование пленок между фазами). Периодическая и непрерывная экстракция, методы автоматической экстракции.

**№ 3. Основы сорбционных процессов.** Сущность явления сорбции, сорбаты и сорбенты. Распределение вещества между сосуществующими жидкой, твердой и газообразной фазами. Молекулярный механизм сорбции. Адсорбция, абсорбция, хемосорбция, капиллярная конденсация. Характеристики процесса сорбции (коэффициент распределения, коэффициент извлечения, селективность сорбции, коэффициент селективности). Термодинамика сорбции. Свободная энергия, энтальпия и энтропия сорбции. Адсорбция. Сущность явления адсорбции. Распределение вещества между поверхностью адсорбента и окружающей средой (газообразной или жидкой). Скорость процессов адсорбции и десорбции, константы скоростей. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Капиллярная конденсация. Равновесие адсорбции. Закон Генри. Изотермы адсорбции (изотермы Генри, Лангмюра, Фрейндлиха). Термодинамика адсорбции: свободная энергия, энтальпия и энтропия адсорбции. Температурная зависимость адсорбции. Молекулярная и ионообменная адсорбции. Хемосорбция.

Основные закономерности ионообменной сорбции. Уравнение Никольского, коэффициент распределения, коэффициент селективности. Основные типы органических и неорганических ионообменных материалов. Комплексообразующие сорбенты. Их главные отличия от

ионообменников. Комплексообразующие группы и способы получения селективных сорбентов: закрепление на полимерных матрицах модификация ионообменников органическими реагентами.

Области применения комплексообразующих сорбентов в неорганическом анализе, для очистки растворов и извлечения ценных компонентов из водных сред. Области применения адсорбции. Очистка газов и жидкостей, очистка питьевых вод от кальция, магния и стронция. Извлечение ценных компонентов из разбавленных растворов. Связывание токсичных веществ и радионуклидов. Гемосорбция. Основные адсорбенты в промышленности и в лабораторной практике. Абсорбция. Сущность явления абсорбции. Отличие от процессов экстракции и адсорбции. Основные параметры абсорбции (коэффициент распределения, коэффициент извлечения). Термодинамика абсорбции. Свободная энергия, энтальпия и энтропия абсорбции. Изотермы абсорбции. Применение абсорбции в промышленности и в лабораторной практике. Выделение компонентов газовых смесей, очистка и разделение веществ.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 2         | Расчет константы распределения, коэффициента распределения, степени извлечения в методе экстракции | 4            |
| 2         | 2         | Определение состава экстрагируемых соединений методом изомольных серий                             | 4            |
| 3         | 3         | Определение состава экстрагируемых соединений методом мольных отношений (метод насыщения)          | 4            |
| 4         | 3         | Расчет коэффициента распределения и степени извлечения в методе сорбции                            | 4            |
|           |           | <b>Итого:</b>  | <b>16</b>    |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. 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://rucont.ru/efd/186851>

2. 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, 2016.
2. Журнал неорганической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
3. Журнал неорганической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2017.
4. Журнал физической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2017.
5. Журнал неорганической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018.
6. Журнал физической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2018.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. Royal Society of Chemistry [Электронный ресурс] : полнотекстовая база данных / Королевское химическое общество Великобритании. – Режим доступа : <http://pubs.rsc.org/>, в локальной сети ОГУ.
2. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.
3. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : <http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ.
4. ANCHEM.RU [Электронный ресурс] : Учебники, справочники, методики, журналы по аналитической химии. – Режим доступа : [www.anchem.ru/](http://www.anchem.ru/)
5. American Chemical Society [Электронный ресурс] : база данных. – Режим доступа : <https://www.acs.org/content/acs/en.html>, в локальной сети ОГУ.

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Операционная система Microsoft Windows (В рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ).
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access). (В рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ) для подготовки текстовых документов, обработки экспериментальных результатов и демонстрации презентаций.
3. 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, химической посудой и реактивами.

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

#### ***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.