

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

«27»

апреля

2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.09.01 ИОНООБМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ  
ЭКОЗАЩИТНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)

Безопасность технологических процессов и производств

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2018

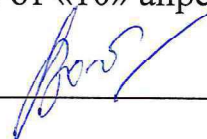
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.09.01 «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль – Безопасность технологических процессов и производств.

**Рабочую программу составил:**

Канд. хим. наук,  
доцент кафедры физической химии Н.В. Лоза

  
\_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры (выпускающей) физической химии протокол № 11 от «10» апреля 2018 г.  
Заведующий кафедрой физической химии  
д-р хим. наук, профессор Заболоцкий В.И.

  
\_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 8 от «10» апреля 2018 г.  
Заведующий кафедрой (выпускающей)  
общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии  
д-р хим. наук, профессор Буков Н.Н.

  
\_\_\_\_\_

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 от «20» апреля 2018 г.  
Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.

  
\_\_\_\_\_

**Эксперты:**

Соколов М.Е., канд. хим. наук, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО «Интеллектуальные композиционные решения»

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины «Ионообменные материалы для экозащитных процессов»**

### **1.1 Цель дисциплины**

Цель дисциплины «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» – формирование знаний по ионообменным и мембранным методам защиты окружающей среды, применяемых в различных технологических процессах.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- сформировать знания о способах получения и физико-химических свойствах ионообменных материалов;
- сформировать знания о равновесии в системах с ионообменными материалами;
- обеспечить усвоение теоретических основ и закономерностей кинетики процессов переноса в ионообменных материалах;
- развить умения по использованию ионообменных материалов для решения экологических проблем;
- развить у студентов навыки работы с учебной и научной литературой.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока Б.1 учебного плана ООП ВО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Изучению дисциплины «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» должно предшествовать изучение дисциплин «Мембранные технологии в обеспечении техносферной безопасности». При освоении данной дисциплины обучающиеся должны иметь знания по физической, аналитической и органической химии, умение работать с химической посудой и реактивами.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

#### **общекультурных (ОК):**

- способностью к познавательной деятельности (ОК-10);
- способностью использования основных программных средств, умением пользоваться глобальными информационными ресурсами, владением современными средствами телекоммуникаций, способностью использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач (ОК-12);

#### **общепрофессиональных (ОПК):**

- способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-1)

#### **профессиональных (ПК):**

- способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности (ПК-19).

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны |                            |                    |
|--------|--------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
|        |                    |                                       | знать                                                       | уметь                      | владеть            |
| 1.     | ОК-10              | способностью к познавательной         | -основные понятия и                                         | - определять равновесные и | основными методами |

| №<br>п.п. | Индекс<br>компет<br>енции | Содержание<br>компетенции (или её<br>части)                                                                                                                                                                                                                                                            | В результате изучения учебной дисциплины<br>обучающиеся должны                                                                                                                                  |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                  |
|-----------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | знать                                                                                                                                                                                           | уметь                                                                                                                             | владеть                                                                                                                                                          |
|           |                           | деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                           | терминологию в области ионитов и основные физико-химические свойства ионообменных материалов;                                                                                                   | кинетические физико-химические характеристики ионообменных материалов по стандартным методикам;                                   | исследования равновесных и кинетических физико-химических характеристик ионообменных материалов;                                                                 |
| 2.        | ОК-12                     | способностью использования основных программных средств, умением пользоваться глобальными информационными ресурсами, владением современными средствами телекоммуникаций, способностью использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач | основные источники научно-технической информации, в том числе нормативно-правовую документацию, научные публикации и источники, размещенные в глобальных информационных ресурсах сети Интернет. | находить научно-техническую информацию в данной предметной области, размещенных в том числе в глобальных информационных ресурсах; | навыками самостоятельной работы с научно-технической и учебной информацией из различных источников для решения профессиональных задач;                           |
| 3.        | ОПК-1                     | способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;                                                                   | современные тенденции развития техники и технологий с применением ионообменных материалов в области обеспечения техносферной безопасности;                                                      | выбирать наиболее подходящие ионообменные материалы для решения поставленных задач в области техносферной безопасности;           | навыками поиска, и анализа и обобщения научно-технической информации по способам применения ионообменных материалов для обеспечения техносферной безопасности и; |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                       | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                  |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                 |
|--------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                             | знать                                                                                                        | уметь                                                                                                                                                          | владеть                                                                                                                                                         |
| 4.     | ПК-19              | способностью ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности | основные области применения ионообменных материалов для решения задач обеспечения техносферной безопасности; | рассчитывать необходимое количество ионообменных материалов для реализации технологических процессов, применяемых для решения задач техносферной безопасности; | навыками выявления основных проблем техносферной безопасности, которые могут быть решены с помощью современных технологий, использующих ионообменные материалы. |

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы                                         |                               | Всего часов | Семестры (часы) |   |   |   |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|---|---|---|
|                                                            |                               |             | 7               |   |   |   |
| Контактная работа, в том числе:                            |                               | 98,2        | 98,2            |   |   |   |
| Аудиторные занятия (всего):                                |                               | 90          | 90              |   |   |   |
| Занятия лекционного типа                                   |                               | 36          | 36              | - | - | - |
| Лабораторные занятия                                       |                               | 54          | 54              | - | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) |                               | -           | -               | - | - | - |
| Иная контактная работа:                                    |                               |             |                 |   |   |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      |                               | 8           | 8               |   |   |   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             |                               | 0,2         | 0,2             |   |   |   |
| Самостоятельная работа, в том числе:                       |                               | 81,8        | 81,8            |   |   |   |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ        |                               | 37          | 37              | - | - | - |
| Подготовка к текущему контролю                             |                               | 34,8        | 34,8            | - | - | - |
| Подготовка к промежуточному контролю (зачет)               |                               | 10          | 10              | - | - | - |
| Контроль:                                                  |                               |             |                 |   |   |   |
| Подготовка к экзамену                                      |                               | -           | -               |   |   |   |
| Общая трудоемкость                                         | час.                          | 180         | 180             | - | - | - |
|                                                            | в том числе контактная работа | 98,2        | 98,2            |   |   |   |
|                                                            | зач. ед                       | 5           | 5               |   |   |   |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре.

| №  | Наименование разделов (тем)                                                                       | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |                                                                                                   | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |                                                                                                   |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1  | 2                                                                                                 | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1. | Классификация ионообменных материалов, их строение, физико-химические свойства и методы получения | 48               | 10                | -  | 14 | 24                   |
| 2. | Равновесие в гетерогенной системе ионообменный материал - раствор                                 | 52               | 10                | -  | 18 | 24                   |
| 3. | Кинетика ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита                       | 37               | 6                 | -  | 14 | 17                   |
| 4. | Мембранная электрохимия                                                                           | 34,8             | 10                | -  | 8  | 16,8                 |
|    | <i>Итого по дисциплине:</i>                                                                       | 171,8            | 36                | -  | 54 | 81,8                 |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела                                                                              | Содержание раздела                                                                                                           | Форма текущего контроля |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                                                                                 | 3                                                                                                                            | 4                       |
| 1. | Классификация ионообменных материалов, их строение, физико-химические свойства и методы получения | Ионный обмен и ионообменные материалы для экозащитных процессов. Техническая эволюция ионообменников. Классификация ионитов. | Тест №1                 |
|    |                                                                                                   | Природные ионообменные материалы.                                                                                            | Контрольная работа №1   |
| 2. |                                                                                                   | Иониты на основе синтетических смол. Синтез ионообменников.                                                                  | Контрольная работа №1   |
| 3. |                                                                                                   | Ионообменные мембраны: классификация, структура, получение и свойства.                                                       | Контрольная работа №2   |
| 4. | Равновесие в гетерогенной системе ионообменный материал - раствор                                 | Методы исследования структуры ионообменных материалов                                                                        | Контрольная работа №2   |
| 5. |                                                                                                   | Равновесие в гетерогенной системе. Набухание ионитов                                                                         | Контрольная работа №2   |
| 6. |                                                                                                   | Модельные представления набухания ионитов                                                                                    | Контрольная работа №2   |
| 7. |                                                                                                   | Равновесие ионит - раствор неэлектролита                                                                                     | Контрольная работа №2   |
| 8. |                                                                                                   | Равновесие ионит-раствор сильного                                                                                            | Контрольная работа      |

|     |                                                                             |                                                                                                                                                                                 |                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|     |                                                                             | электролита                                                                                                                                                                     | №2                    |
| 9.  |                                                                             | Ионообменное равновесие. Уравнение Никольского                                                                                                                                  | Контрольная работа №2 |
| 10. |                                                                             | Основные закономерности протекания ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита.                                                                          | Контрольная работа №3 |
| 11. | Кинетика ионного обмена в системе ионообменный материал/раствор электролита | Понятие лимитирующей стадии ионообменной реакции в гетерогенной системе. Гелевая и пленочная кинетика ионообменной реакции в системе ионообменный материал/раствор электролита. | Контрольная работа №3 |
| 12. |                                                                             | Экспериментальные методы изучения кинетики ионного обмена                                                                                                                       |                       |
| 13. |                                                                             | Транспортные свойства ионообменных мембран                                                                                                                                      |                       |
| 14. | Мембранная электрохимия                                                     | Селективность ионообменных мембран                                                                                                                                              | Контрольная работа №3 |
| 15. |                                                                             | Электропроводность ионитов                                                                                                                                                      | Контрольная работа №3 |
| 16. |                                                                             | Электропроводность ионообменных мембран.                                                                                                                                        | Контрольная работа №3 |
| 17. |                                                                             | Двухфазная модель проводимости ионообменных материалов                                                                                                                          | Контрольная работа №3 |

**2.3.2 Занятия семинарского типа** учебным планом не предусмотрены

### **2.3.3 Лабораторные занятия**

| №  | Наименование раздела                                                                              | Наименование лабораторных работ                                             | Форма текущего контроля                                                                                                   |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                                                                 | 3                                                                           | 4                                                                                                                         |
| 1. | Классификация ионообменных материалов, их строение, физико-химические свойства и методы получения | 1. Кондиционирование ионообменных материалов.                               | Защита лабораторной работы, включающая проверку письменного отчета по лабораторной работе и устный и/или письменный опрос |
| 2. |                                                                                                   | 2. Перевод ионообменных материалов в различную ионную форму.                |                                                                                                                           |
| 3. |                                                                                                   | 3. Определение обменной емкости ионообменных материалов.                    |                                                                                                                           |
| 4. |                                                                                                   | 4. Определение плотности ионообменных материалов.                           |                                                                                                                           |
| 5. |                                                                                                   | 5. Определение влагосодержания и гидратной емкости ионообменных материалов. |                                                                                                                           |
| 6. | Равновесие в гетерогенной системе ионообменный материал - раствор                                 | 6. Определение изменения линейных размеров мембран при их набухании.        | Защита лабораторной работы, включающая проверку письменного отчета по лабораторной работе и устный                        |
| 7. |                                                                                                   | 7. Изучение сорбции электролитов ионитами различного типа.                  |                                                                                                                           |
| 8. |                                                                                                   | 8. Изучение сорбции неэлектролитов ионообменными материалами.               |                                                                                                                           |
| 9. | Кинетика ионного обмена в системе                                                                 | 9. Изучение скорости ионного обмена в системе ионполимер-раствор            | по лабораторной работе и устный                                                                                           |

|     |                                 |                                                                            |                           |
|-----|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|     | ионообменный                    | электролита                                                                | и/или письменный<br>опрос |
| 10. | материал/раствор<br>электролита | 10. Определение кажущейся константы<br>равновесия в системе ионит-раствор. |                           |
| 11. | Мембранная<br>электрохимия      | 11. Определение удельной<br>электропроводности ионообменных<br>мембран.    |                           |

**2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)** учебным планом не предусмотрены

## **2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

| №  | Вид СРС                                             | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1. | Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ | 1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.<br>2. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум // Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2017.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. | Подготовка к текущему контролю                      | 1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум // Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2017.<br>2. Мембраны и мембранные технологии / под ред. Ярославцева А.Б. М.: Научный мир, 2013. 612 с.<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1</a><br>3. Лейкин, Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Лейкин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 416 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70769">https://e.lanbook.com/book/70769</a> .                                                                                            |
| 3. | Подготовка к промежуточной аттестации (зачет)       | 1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум // Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2017.<br>2. Мембраны и мембранные технологии / под ред. Ярославцева А.Б. М.: Научный мир, 2013. 612 с.<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=468334&amp;sr=1</a><br>3. Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем. Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2009.<br>4. Лейкин, Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Лейкин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 416 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70769">https://e.lanbook.com/book/70769</a> . |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

### 3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации. В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения и исследовательские методы. В процессе самостоятельной деятельности студенты находят и анализируют передовую научно-техническую информацию, используя имеющуюся литературу и информационные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

| Семестр | Вид занятий<br>(Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные<br>образовательные технологии                                                                                      | Количество<br>часов |
|---------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 7       | Л                          | Моделирование проблемных ситуаций, лекция-визуализация.                                                                                       | 34                  |
|         | ПЗ                         | Учебным планом не предусмотрены                                                                                                               | -                   |
|         | ЛР                         | Выполнение лабораторных работ в малых группах; обработка результатов эксперимента и представление полученных данных в виде графиков и таблиц. | 30                  |
|         | Итого:                     |                                                                                                                                               | 64                  |

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Текущая аттестация предполагает устный и письменный контроль усвоения основных понятий. Пример тестов и заданий по отдельным темам лекций для промежуточного контроля знаний студентов.

Дисциплина завершается зачетом, на котором проверяется усвоение знаний и умений применять эти знания для эффективного использования ионообменных материалов в решении экологических проблем.

#### Тест по теме «Ионный обмен и ионообменные материалы для экозащитных процессов»

1. Раствор электролита это
  - а) проводник первого рода;
  - б) проводник второго рода;
  - в) диэлектрик
2. Ионообменная смола это

- а) полимерный материал, применяемый для очистки растворов методом фильтрации;
  - б) полимерный материал, способный к ионному обмену и обладающий зарядовой селективностью;
  - в) полимерный материал, способный к ионному обмену и не обладающий зарядовой селективностью.
3. Сорбция это
- а) процесс фильтрации через полупроницаемую мембрану;
  - б) процесс поглощения одного вещества другим;
  - в) мембранный процесс разделения веществ под действием градиента давления.
4. Проводники второго рода имеют
- а) электронную проводимость;
  - б) ионную проводимость;
  - в) смешанную электронную и ионную проводимость.
5. Диффузия это
- а) процесс самопроизвольного переноса вещества из области с его большей концентрации в область с меньшей концентрацией;
  - б) процесс переноса вещества из области с его меньшей концентрации в область с большей концентрацией под действием градиента давления;
  - в) процесс переноса вещества в условиях наложении внешнего электрического поля.
6. Электродиализ это
- а) процесс диффузии вещества через полупроницаемую перегородку;
  - б) процесс мембранного разделения, при котором ионы переносятся через мембрану под действием внешнего электрического поля;
  - в) процесс мембранного разделения под действием градиента давления.
7. Электрический ток это
- а) тепловое движение молекул;
  - б) направленное движение заряженных частиц;
  - в) броуновское движение заряженных частиц.
8. Катион это
- а) положительно заряженная частица;
  - б) отрицательно заряженная частица;
  - в) молекула.
9. Электрон имеет заряд
- а) отрицательный;
  - б) положительный;
  - в) не имеет.
10. См/м – это единица измерения
- а) удельного электрического сопротивления;
  - б) напряжения;
  - в) удельной электропроводности.
11. Электролитическая диссоциация это
- а) реакция нейтрализации кислоты щелочью;
  - б) гидролиз солей под действием молекул растворителя;

- в) распад молекул электролита на ионы в растворе или расплаве.
12. Проводники первого рода имеют
- а) электронную проводимость;
  - б) ионную проводимость;
  - в) смешанную электронную и ионную проводимость.

### Примерная контрольная работа №1

1. Дайте определение следующим понятиям:

Катионит – это

Коион – это

Функциональная группа

2. Рассчитайте массу чистого гидроксида натрия, содержащегося в 200 мл раствора с массовой долей NaOH 25%. Плотность раствора равна 1,27 г/мл.
3. Какие функциональные группы содержит смола КУ-2?
4. Напишите уравнение ионного обмена (в молекулярном, полном и сокращенном ионном виде) для системы: КУ-2 в  $H^+$  - форме помещен в раствор сульфата меди  $CuSO_4$ .

### Примерная контрольная работа №2

1. Что такое общая пористость? Что подразумевают под термином “пора” применительно к ионитам?
2. Что такое набухание ионитов и чем оно обусловлено?
3. Как влияет на набухание ионитов концентрация равновесного раствора? Почему?
4. Рассчитайте влагосодержание в образце МФ-4СК по следующим экспериментальным данным:

| m(бюкса),г | m(бюкса+набухшая мембран), г | m(бюкса+сухая мембран), г |
|------------|------------------------------|---------------------------|
| ***        | ***                          | ***                       |

### Примерная контрольная работа №3

1. Полная обменная емкость сухого сульфокатионита КУ-2-8 равна 4,8 моль-экв/кг. Определите предельно возможное количество (в г) бария (II), которое может поглотить 1.2 кг исходного ионита в  $Na^+$ -форме из раствора, содержащего нитрат бария. Напишите уравнения протекающих реакций в молекулярной, ионной и сокращенной ионной форме. Атомная масса бария составляет 137,327 а. е. м.
2. Какими основными свойствами должны обладать ионообменные материалы?

#### 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Форма контроля для проведения промежуточной аттестации по дисциплине – зачет.

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения лабораторных и контрольных работ. Зачет по прослушанному курсу может быть выставлен на основании оценки деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам выполнения контрольных и лабораторных работ. Защита лабораторных работ осуществляется в течение семестра после выполнения экспериментальной части работы на основании проверки письменного отчета и устного и/или письменного опроса обучающихся по теме лабораторной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных лабораторных работ. Студенты, у которых количество

пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины. Для получения зачета обучающийся должен дать удовлетворительные ответы на все вопросы.

**Критерии оценки:**

- **оценка «зачтено»:** студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает основные свойства, области применения, методы исследования ионообменных материалов, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять экспериментальные данные с применением теоретических представлений.

- **оценка «не зачтено»:** материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется в описании основных свойств ионообменных материалов, не может привести конкретные примеры материалов, соответствующих заданному набору свойств, затрудняется привести примеры методов исследования основных свойств ионообменных материалов.

**Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине:**

1. Классификация и основные свойства ионообменных материалов.
2. Природные ионообменные материалы.
3. Ионообменные материалы на основе синтетических смол.
4. Жидкие ионообменные мембраны.
5. Классификация ионообменных мембран.
6. Получение гомогенных и гетерогенных ионообменных мембран.
7. Структура синтетических ионообменных материалов и методы ее исследования.
8. Основные области применения ионообменных материалов.
9. Равновесие в гетерогенной системе. Набухание ионитов. Факторы, влияющие на набухание.
10. Физико-химические характеристики ионообменных материалов: обменная, гидратная и сорбционная емкость.
11. Модельные представления ионообменного равновесия Грегора, Лазара, Качальского, Райса.
12. Равновесие ионообменный материал- раствор неэлектролита. Изотерма адсорбции и коэффициенты распределения.
13. Ситовый эффект и эффект высаливания. Силы взаимодействия.
14. Равновесие ионит-раствор сильного электролита. Термодинамическое уравнение Доннана и его анализ.
15. Учет неоднородности ионитов при сорбции сильных электролитов.
16. Ионообменное равновесие. Изотерма обмена, коэффициенты разделения, распределения и равновесия.
17. Основные закономерности протекания ионного обмена в гетерогенных системах ионообменный материал -раствор электролита.
18. Механизм ионного обмена в системе ионообменный материал -раствор электролита. Лимитирующая стадия реакции ионного обмена.
19. Экспериментальные методы изучения кинетики ионного обмена в системе ионообменный материал -раствор электролита.
20. Электропроводность ионообменных материалов.
21. Модельные представления механизмов электропроводности ионообменных материалов.
22. Перфторированные ионообменные мембраны для получения хлора и щелочи.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечной системе «Лань».

### **5.1 Основная литература:**

1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия: лабораторный практикум // Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2017.
2. Лейкин, Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Лейкин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70769>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Мембраны и мембранные технологии, под ред. А.Б. Ярославцева, – М.: Научный мир, 2013. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=468334&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=468334&sr=1)
2. Березина Н.П. Электрохимия мембранных систем. Учеб. пособие. Краснодар, КубГУ, 2009.

### **5.3. Периодические издания:**

Журнал «Экология и промышленность России»

Журнал «Экологические системы и приборы»

Журнал «Безопасность в техносфере»

Журнал «Технологии гражданской безопасности»

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

<http://elibrary.ru/> - Российская научная библиотека.

<http://www.memtech.ru> – Российское мембранное общество

<http://www.mtc.kubsu.ru/> - Южный мембранный центр

<http://www.nanometer.ru/> - Нанометр-Нанотехнологическое сообщество

<http://www.sciencedirect.com> – полнотекстовая научная база данных международного издательства Elsevier.

<http://econavt.ru/instrukcii-po-ohrane-truda/dokumenty> - сайт компании «Эконавт» с базой нормативно-правовой информации по промышленной безопасности и охране труда на предприятиях.

Федеральный институт патентной собственности [официальный сайт] <http://www.fips.ru/>

База данных патентов США [официальный сайт] -

<http://www.uspto.gov/web/menu/search.html> -

База данных патентов более 70 стран мира <http://www.epo.org/searching/free/espacenet.html>

Scopus (SciVerse Scopus) мультидисциплинарная библиографическая и реферативная база данных, созданная издательской корпорацией Elsevier [официальный сайт]

[www.scopus.com](http://www.scopus.com)

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

**Работа с конспектом лекций**

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Выполнение лабораторных работ**

Лабораторные работы выполняются обучающимися в малых группах (обычно 2-3 человека). В начале курса проводится инструктаж по технике безопасности работы в химической лаборатории и составляется график выполнения лабораторных работ. Выполнение лабораторной работы включает в себя следующие этапы:

- 1) подготовительный этап (самостоятельная работа студентов);
- 2) получение допуска к выполнению экспериментальной части лабораторной работы (контактная работа с преподавателем каждой малой группы);
- 3) выполнение экспериментальной части лабораторной работы под контролем преподавателя;
- 4) анализ полученных результатов, формулировка вывода и подготовка к защите лабораторной работы (может выполняться как самостоятельная работа студента дома, или под контролем преподавателя в течение времени, выделенного на лабораторные работы или в ходе иной контактной работы с преподавателем);
- 5) защита лабораторной работы (контактная работа с преподавателем).

После выполнения всех этих этапов лабораторная работа считается выполненной.

### **Подготовительный этап**

Перед занятием обучающимся необходимо подготовиться к выполнению лабораторной работы. Теоретическая подготовка необходима для проведения

эксперимента и должна проводиться обучающимися в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к лабораторной работе. Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета в лабораторном журнале со следующим порядком записей:

Название работы.

Цель работы.

Оборудование.

Ход работы, который в том числе включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а также расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин.

### **Получение допуска к выполнению экспериментальной части лабораторной работы**

Приступая к лабораторным работам, необходимо получить у лаборанта приборы, требуемые для выполнения работы. Разобраться в назначении материалов, химической посуды, приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными. Получить допуск к выполнению лабораторной работы у преподавателя. Допуск студенты получают в результате устного опроса преподавателем о порядке выполнения эксперимента, предусмотренного данной лабораторной работой.

### **Выполнение экспериментальной части лабораторной работы под контролем преподавателя**

Затем обучающиеся выполняют экспериментальный этап лабораторной работы, в ходе которого записываются все измеренные величины с обязательным указанием их размерности в чистовик. **Не допускается использование черновиков для записи экспериментальных данных, запись карандашом и иные способы, дающие возможность корректировки полученных результатов.** В случае, если в методических указаниях к лабораторной работе предложены таблицы или шаблон для записи экспериментальных данных, то заполняются эти таблицы или шаблон. В ином случае запись экспериментальных данных делается студентом в произвольной форме.

По окончании выполнения эксперимента студенты должны привести свое рабочее место в порядок и вымыть используемую химическую посуду. После этого рабочее место сдается преподавателю или лаборанту и в лабораторный журнал студента ставится отметка о выполнении экспериментальной части лабораторной работы с обязательным указанием даты ее выполнения.

### **Анализ полученных результатов и формулировка вывода(ов)**

Может выполняться как самостоятельная работа студента дома, или под контролем преподавателя в течение времени, выделенного на лабораторные работы или в ходе иной контактной работы с преподавателем. Студенты должны выполнить все необходимые расчеты согласно методическим указаниям к выполнению лабораторных работ. В лабораторном журнале приводятся все необходимые расчеты с указанием размерностей полученных величин, а также все графики и рисунки в соответствии с требованиями лабораторного практикума.

В случае, если в ходе лабораторной работы имеет место протекание химических реакций, все они должны быть записаны в лабораторном журнале в молекулярном, полном ионном и сокращенном ионном виде.

Далее на основании полученных результатов студенты должны сформулировать и записать вывод, который должен быть согласован с заявленными целями и/или задачами лабораторной работы. Вывод должен содержать необходимую количественную информацию.

При подготовке к защите лабораторной работы необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы, которые имеются после каждой лабораторной работы. Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на

понимание физической сущности процесса(ов) излучающихся в ходе работы. Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие, правильные ответы.

### **Защита лабораторной работы**

Защита лабораторных работ происходит в виде собеседования с преподавателем по лабораторной работе с обязательной проверкой преподавателем лабораторного журнала студента. Для успешной защиты лабораторной работы студент должен предоставить лабораторный журнал, оформленный в соответствии с установленными требованиями, включая наличие отметки о выполнении экспериментальной части работы. В ходе устной беседы с преподавателем студент должен продемонстрировать знание целей и задач выполненной работы, законов, которые лежат в основе наблюдаемых в ходе работы явлений, продемонстрировать умение анализировать полученную информацию и делать на ее основе выводы. В этом случае в лабораторном журнале на соответствующей работе ставится пометка «зачтено», роспись преподавателя, принявшего работу, и дата защиты работы. После этого лабораторная работа считается выполненной. Допускается защита лабораторных работ индивидуально или в составе малых групп обучающихся, совместно выполнявших данную работу.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **8.1 Перечень информационных технологий**

В ходе выполнения лабораторных работ обучающиеся используют ПК для обработки результатов эксперимента и представления полученных данных в виде графиков и таблиц.

При проведении лекционных занятий используются мультимедийные презентации.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. Microsoft Windows 8, 10
2. Microsoft Office Professional Plus

### **8.3 Перечень информационных справочных систем и современных профессиональных баз данных:**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.пф>
3. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
4. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
5. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

6. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
7. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Занятия обеспечены всем необходимым для проведения лабораторных работ по учебной дисциплине «Ионообменные материалы для экозащитных процессов» снабжена руководствами для выполнения лабораторных работ, учебно-лабораторным оборудованием, реактивами для эксперимента. В распоряжении лаборатории имеются лабораторные установки для исследования основных характеристик мембранных процессов. Для проведения лекций-визуализаций и лекций-конференций имеется мультимедийная аппаратура и ноутбук.

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                         | Лекционная аудитория (ауд. 322с, 416с, 126с, 422с), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для демонстрации мультимедийных презентаций.                                                                                                                            |
| 2. | Лабораторные занятия                       | Лаборатория (139с, 345с), укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, необходимыми для выполнения лабораторных работ: весы лабораторные, шкаф сушильный, мешалки магнитные, рН-метры-иономеры с комплектом электродов; кондуктометр; мультиметр; микрометр; необходимая лабораторная посуда, приборы и реактивы. |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (ауд. 322с, 416с, 126с, 422с, 332с)                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (ауд. 322с, 416с, 126с, 422с)                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5. | Самостоятельная работа                     | Аудитории, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (400с, 401с, 431с, 329с)                                                                                                            |