

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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.

2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.О.08 ЯВЛЕНИЯ НА МЕЖФАХНЫХ ГРАНИЦАХ**

|                          |                                                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------|
| Направление подготовки   | 04.04.01 Химия                                       |
| Направленность (профиль) | Процессы и материалы<br>электрохимической энергетики |
| Форма обучения           | очная                                                |
| Квалификация             | магистр                                              |

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины **ЯВЛЕНИЯ НА МЕЖФАХНЫХ ГРАНИЦАХ** разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Процессы и материалы электрохимической энергетики (уровень магистратуры)

Программу составили:

Никоненко В.В., профессор кафедры  
физической химии д-р хим. наук, профессор



Рабочая программа дисциплины **ЯВЛЕНИЯ НА МЕЖФАХНЫХ ГРАНИЦАХ** утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 12 «27» апреля 2026 г.  
Заведующий кафедрой Фалина И.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 «29» апреля 2026 г.  
Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты:

Н.А. Мельник, начальник отдела исследований и разработок ООО «Тегас Электрик», канд. хим. наук

М.Е. Соколов, директор НОЦ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» ЦКП ФГБОУ ВО «КубГУ», канд. хим. Наук

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Цель учебной дисциплины состоит в формировании у студентов знаний о фундаментальных основах процессов переноса в физико-химических системах, об их связи с экологией, о современных методах их математического описания, изучение и практическое освоение некоторых методов и алгоритмов математического описания процессов переноса.

### 1.2 Задачи дисциплины

- Изучить физико-химические основы явлений на межфазных границах, их математическое описание.
- Получить представление о связи этих явлений переноса с макроскопическими свойствами мембранных систем, представляющими интерес для сепаративных технологий, использования мембран в энергетике, медицине и др. областях.
- Ознакомиться с математическими методами, используемыми при моделировании явлений сорбции и переноса вблизи межфазных границ.
- Получить навыки экспериментального исследования явлений на межфазных границах в мембранных системах.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Явления на межфазных границах» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Изучение данной дисциплины предшествует изучению таких дисциплин, как «Математическое моделирование и оптимизация процессов электромассопереноса в электрохимических системах» и «Мембранные технологии в промышленности».

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                     | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения</b> |                                                                                                                                                                                                      |
| ИОПК-1.1. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук                                                                            | Знает наиболее актуальные направления исследований современной теоретической и экспериментальной химии, основы явлений на межфазных границах, их математическое описание                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Умеет анализировать возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных теорий, делать обоснованные выводы на основе информации из научной и учебной литературы |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Владеет знаниями в избранной области химии или смежных наук, математическими методами, используемыми при моделировании явлений сорбции и переноса вблизи межфазных границ                            |
| ИОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение, профессиональные базы данных и расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач                                                                            | Знает математические методы, используемые при моделировании явлений на межфазных границах                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Умеет использовать профессиональные базы данных и расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | Владеет навыками работы с профессиональными базами данных и расчетно-теоретическими методами для решения профессиональных задач                                                                      |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                          | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</b>                       |                                                                                                                                                                                                                            |
| ИОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно их интерпретирует                                                   | Знает принципы самостоятельной работы, основные и наиболее актуальные направления исследований современной теоретической и экспериментальной электрохимии                                                                  |
|                                                                                                                                                                                               | Умеет анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ, используя теоретические основы традиционных и новых разделов электрохимии при решении профессиональных задач |
|                                                                                                                                                                                               | Владеет теорией и навыками анализа и интерпретации результатов практической и теоретической работы в области электрохимии и в профессиональной деятельности                                                                |
| ИОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук | Знает основы поиска научной информации в реферативных базах данных                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                               | Умеет формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в области современной теоретической и экспериментальной электрохимии      |
|                                                                                                                                                                                               | Владеет навыками поиска и систематизации научной информации, работы с научными статьями и журналами в реферативных базах данных                                                                                            |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом. Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы                                                                                                   |                                      | Всего часов | Форма обучения   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|------------------|
|                                                                                                                      |                                      |             | очная            |
|                                                                                                                      |                                      |             | 1 семестр (часы) |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                                                               |                                      |             |                  |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                                                                                   |                                      | <b>68</b>   | <b>68</b>        |
| Занятия лекционного типа                                                                                             |                                      | 16          | 16               |
| Лабораторные занятия                                                                                                 |                                      | 52          | 52               |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)                                                           |                                      | -           | -                |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                                                                       |                                      |             |                  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                                                                |                                      | -           | -                |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                                       |                                      | 0,3         | 0,3              |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                                                                          |                                      | <b>49</b>   | <b>49</b>        |
| Самостоятельное изучение разделов                                                                                    |                                      | 10          | 10               |
| Подготовка докладов, рефератов, презентаций                                                                          |                                      | 10          | 10               |
| Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям) |                                      | 10          | 10               |
| Подготовка к текущему контролю                                                                                       |                                      | 19          | 19               |
| <b>Контроль:</b>                                                                                                     |                                      |             |                  |
| Подготовка к экзамену                                                                                                |                                      | 26,7        | 26,7             |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                                                                            | <b>час.</b>                          | <b>144</b>  | <b>144</b>       |
|                                                                                                                      | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>68,3</b> | <b>68,3</b>      |
|                                                                                                                      | <b>зач. ед</b>                       | <b>4</b>    | <b>4</b>         |

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

**Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре (очная форма обучения)**

| № | Наименование разделов (тем)                                                   | Количество часов |                   |    |    |                      |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|   |                                                                               | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|   |                                                                               |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1 | 2                                                                             | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1 | Структура межфазных границ                                                    | 28               | 4                 | -  | 12 | 12                   |
| 2 | Методы исследования межфазных границ                                          | 28               | 4                 | -  | 12 | 12                   |
| 3 | Моделирование явлений химического равновесия и переноса на межфазных границах | 30               | 4                 | -  | 14 | 12                   |
| 4 | Механизмы переноса в мембранных системах                                      | 31               | 4                 | -  | 14 | 13                   |
|   | <i>Итого по разделам дисциплинам:</i>                                         | 117              | 16                | -  | 52 | 49                   |
|   | Контроль самостоятельной работы (КСР)                                         | -                | -                 | -  | -  | -                    |
|   | Промежуточная аттестация (ИКР)                                                | 0,3              | -                 | -  | -  | -                    |
|   | Подготовка к контролю                                                         | 26,7             | -                 | -  | -  | -                    |
|   | Общая трудоемкость по дисциплине                                              | 144              | -                 | -  | -  | -                    |

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

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела (темы)                                                   | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Форма текущего контроля |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 2                                                                             | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                       |
| 1 | Структура межфазных границ                                                    | Структура межфазных границ в электродных и мембранных системах. Двойной электрический слой (ДЭС). Микро-, мезо- и макропоры. Понятие диффузионного пограничного слоя (ДПС), причины его появления (концентрационная поляризация) в электродных и мембранных системах; концепции Нернста и Левича, современные представления о характере переноса в пограничном слое раствора                                           | УО                      |
| 2 | Методы исследования межфазных границ                                          | Вольтамперометрия, хронопотенциометрия и импеданс электродных и мембранных систем. Теоретические и практические аспекты исследования гидрофильно-гидрофобного баланса поверхности путем измерения контактного угла смачивания                                                                                                                                                                                          | УО                      |
| 3 | Моделирование явлений химического равновесия и переноса на межфазных границах | Моделирование ДЭС и селективности переноса. Ионные равновесия, уравнение Нернста и Доннана. Применение микрогетерогенной модели к моделированию электродиффузии в мембранах. Одномерные стационарные и нестационарные модели электродиффузионного переноса в 3-х слойной области (мембрана + два диффузионных слоя в растворе). Общая формулировка. Моделирование вольтамперных характеристик ИОМ и хронопотенциограмм | КР, УО                  |
| 4 | Механизмы переноса в мембранных системах                                      | Перенос в мембранных системах, основные механизмы, их зависимость от плотности тока                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | КР                      |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

#### Лабораторные занятия

| № | Наименование раздела (темы) | Тематика занятий/работ                                                                       | Форма текущего контроля |
|---|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | Структура межфазных границ  | Программа «Микрогетерогенная модель» (МГМ): расчет параметров ДЭС, расчет электропроводности | ЛР                      |

|   |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   |                                                                               | диффузионной проницаемости и чисел переноса ионов в ИОМ                                                                                                                                                                                                                                             |    |
| 2 | Методы исследования межфазных границ                                          | Вольтамперометрия, зависимость суммарного тока от скачка потенциала на мембране. Парциальная вольтамперометрия, зависимость парциальных токов противоионов соли и продуктов диссоциации воды от скачка потенциала на мембране.<br>Измерение угла смачивания на поверхности ИОМ                      | ЛР |
| 3 | Моделирование явлений химического равновесия и переноса на межфазных границах | Освоение пакета программ для решения одномерных задач электродиффузии электролита через мембрану<br>Программа «Вольтамперометрия». Решение прямой и обратной задач: расчет скачка потенциала по заданной плотности тока и известных параметрах системы; расчет толщины ДПС из экспериментальной ВАХ | ЛР |
| 4 | Механизмы переноса в мембранных системах                                      | Программа «Хронопотенциометрия». Решение прямой и обратной задач: расчет скачка потенциала по заданной плотности тока и известных параметрах системы. Экспериментальное определение и расчет переходного времени                                                                                    | ЛР |

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР). Устный опрос (УО).

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                                                                                                              | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                                                                                    | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1 | Самостоятельное изучение разделов                                                                                    | Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. Долгопрудный: Интеллект. – 2008. – 24 с                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2 | Подготовка докладов, рефератов, презентаций                                                                          | Моделирование процессов катализа и протонного транспорта в. Низкотемпературных топливных элементах / В. М Волохов, 2014.                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3 | Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям) | Методические указания по организации самостоятельной работы.<br>Методические указания к выполнению лабораторных работ.<br>Методические указания по написанию рефератов.<br>Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 17 от 11.05.2017 г<br>Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине. Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 10 от 13.03.2018 г. |
| 4 | Подготовка к текущему контролю                                                                                       | 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                                                                                                                                                 |

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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

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

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Явления на межфазной границе».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов, контрольных работ, задач и индивидуальных заданий студентов и промежуточной аттестации в форме вопросов к экзамену.

#### **Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации**

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)                                                                                                                       | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Наименование оценочного средства |                          |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
|       |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Текущий контроль                 | Промежуточная аттестация |
| 1     | ИОПК-1.1. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук | <p>Знает наиболее актуальные направления исследований современной теоретической и экспериментальной химии, основы явлений на межфазных границах, их математическое описание</p> <p>Умеет анализировать возникающие в процессе научного исследования проблемы с точки зрения современных научных теорий, делать обоснованные выводы на основе информации из научной и учебной литературы</p> <p>Владеет знаниями в избранной области химии или смежных наук, математическими методами, используемыми при моделировании явлений</p> | УО                               | Вопрос на экзамене 1-4   |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |                                      |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------|
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | сорбции и переноса вблизи межфазных границ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |                                      |
| 2 | ИОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение, профессиональные базы данных и расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач                                                                                                                                                                           | <p>Знает математические методы, используемые при моделировании явлений на межфазных границах</p> <p>Умеет использовать профессиональные базы данных и расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач</p> <p>Владеет навыками работы с профессиональными базами данных и расчетно-теоретическими методами для решения профессиональных задач</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | УО, КР | Вопрос на экзамене 5, 7-10, 11,12,16 |
| 3 | <p>ИОПК-2.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно их интерпретирует</p> <p>ИОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</p> | <p>Знает принципы самостоятельной работы, основные и наиболее актуальные направления исследований современной теоретической и экспериментальной электрохимии</p> <p>Умеет анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ, используя теоретические основы традиционных и новых разделов электрохимии при решении профессиональных задач</p> <p>Владеет теорией и навыками анализа и интерпретации результатов практической и теоретической работы в области электрохимии и в профессиональной деятельности</p> <p>Знает основы поиска научной информации в реферативных базах данных</p> <p>Умеет формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в области современной теоретической и экспериментальной электрохимии</p> <p>Владеет навыками поиска и систематизации научной</p> | КР     | Вопрос на экзамене 6, 13-15          |

|  |  |                                                                                |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | информации, работы с научными статьями и журналами в реферативных базах данных |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------|--|--|

### **Вопросы для устного опроса по теме «Структура межфазных границ»**

- 1 Структура внешних межфазных границ электродов и ионообменных мембран.
- 2 Структура внутренних межфазных границ ионообменных мембран.
- 3 Двойной электрический слой (ДЭС). Модели строения двойного электрического слоя.
- 4 Понятие о диффузионном слое: слой Нернста, полная толщина диффузионного слоя, гидродинамический погранслой.
- 5 Распределение пор мембраны по радиусам. Микро-, мезо- и макропоры.
- 6 Понятие концентрационной поляризации. Причина изменения концентрации электролита возле границы электрод/раствор и мембрана/раствор при протекании тока; граничное условие при протекании тока через электрод/мембрану и вывод выражений для граничной концентрации и предельной плотности тока.
- 7 Предельная плотность тока. Уравнения Пирса и Левека.

### **Вопросы для устного опроса по теме «Методы исследования межфазных границ»**

- 1 Получение вольтамперных характеристик (ВАХ) ионообменных мембран.
- 2 Основные параметры, получаемые из ВАХ: дифференциальное сопротивление, предельная плотность тока, толщина диффузионного слоя.
- 3 Аппаратное оформление метода.
- 4 Распределение скоростей течения жидкости в канале при использовании условий прилипания и проскальзывания жидкости у стенки. Уравнения Гельмгольца-Смолуховского и Духина-Дерягина.
- 5 Гидрофобность поверхности и ее взаимосвязь с физическими величинами адгезией на границе раздела и когезией материала, углом смачивания.
- 6 Особенности теоретического описания и практического измерения гидрофобности гетерогенной поверхности.

### **Пример задач для контрольной работы по теме «Моделирование явлений на межфазной границе»**

**1.1** В плоском канале электродиализатора скорость течения раствора 1,6 см/с, расстояние между мембранами 0,8 мм. Рассчитать падение давления и объемную скорость раствора в канале шириной 40 см. Построить концентрационный профиль и найти степень обессоливания раствора в сечении на расстоянии 40 см от входа в канал. Рассчитать расход электроэнергии, необходимой для получения 1 м<sup>3</sup> обессоленной воды; учесть вклады, приходящиеся собственно на электродиализ и на работу насоса. Принять, что основным компонентом раствора является NaCl ( $D = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ ,  $\Delta = 10^{-2} \text{ см}^2/\text{с}$ ,  $c_0 = 0,02 \text{ моль/л}$ ); числа переноса противоионов через анионо- и катионообменную мембраны принять 0,95, КПД насоса 0,6. Расход электроэнергии в расчете на 1 час работы аппарата (в Вт×час) равен:  
на ЭД:  $AED = I U$ , где  $I$  – сила тока в А, а  $U$  – напряжение на всем аппарате в В,  
на перекачку:  $A_{\text{отпр}} = \Delta p W / \eta_p$ , где  $\Delta p$  – падение давления в Н/м<sup>2</sup>,  $W$  – объемная скорость в м<sup>3</sup>/час, а  $\eta_p$  – КПД насоса.

**1.2** Определить минимальную длину канала обессоливания электродиализатора, на котором достигается степень обессоливания 50 %, если

- числа переноса = 0,98;
  - межмембранное расстояние = 0,45 мм;
  - скорость течения раствора 3,2 см/с;
- Считать, что в растворе имеется только натрий-хлор.

**1.3.** Дан электродиализный аппарат, содержащий 100 парных камер.

Межмембранное расстояние = 0,5 мм.

Длина канала 60 см.

Размер мембраны 60 на 40 см.

Определить производительность аппарата, при которой степень обессоливания достигается равной 60 %. Нужно найти скорость работы аппарата.

**1.4** Требуется спроектировать электродиализный аппарат, который бы обеспечивал 80% обессоливания раствора хлорида натрия.

Размер мембран 60 на 40.

Расстояние между мембранами = 0,4 мм.

Аппарат должен иметь производительность 2 м<sup>3</sup>/час.

Найти число парных камер в аппарате.

**1.5** Требуется спроектировать электродиализный аппарат, который бы обеспечивал 80% обессоливания раствора хлорида натрия. Известно, что при скорости течения жидкости 2 см/с на каждые 10 см длины канала концентрация убывает на 20%.

Ширина мембран 40 см.

Расстояние между мембранами = 0,4 мм.

Аппарат должен иметь производительность 2 м<sup>3</sup>/час.

Найти длину канала обессоливания и число парных камер в аппарате.

#### **Вопросы для контрольной работы по теме «Моделирование явлений химического равновесия и переноса на межфазных границах»**

- 1 Уравнения Нернста и Доннана. Моделирование мембранного потенциала.
- 2 Суть метода вольтамперометрии. Его аппаратное оформление.
- 3 Участки, наблюдаемые на вольтамперных характеристиках.
- 4 Основные параметры мембранной системы, которые можно определить из вольтамперной характеристики: предельный ток, переход в сверхпредельное состояние.
- 5 Способы определения предельного тока.
- 6 Режимы развития электроконвекции по Рубинштейну-Зальцману и Духину-Мищук.
- 7 Суть метода хронопотенциометрии. Измеряемые в нем величины.
- 8 Переходное время на хронопотенциограммах.
- 9 Уравнение Санда.
- 10 От чего зависит форма начального участка хронопотенциограмм?

#### **Вопросы для контрольной работы по теме «Механизмы переноса в мембранных системах»**

- 1 Диффузия и электромиграция. Сопряженная конвекция: гравитационная и электрическая конвекция.
- 2 Механизм обоих видов сопряженной конвекции; условия, при которых реализуется тот или иной вид конвекции (роль значений концентрации и скорости вынужденного течения раствора, межмембранного расстояния, свойств поверхности).
- 3 Электрокинетические явления. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского.
- 4 Электроосмос первого и второго рода.
- 5 Механизмы электроконвекции в мембранных системах.
- 6 Диссоциация воды на межфазных границах. Генерация ионов Н<sup>+</sup> и ОН<sup>-</sup>. Каталитическая роль функциональных групп.

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации  
(экзамен)**

**Вопросы к экзамену:**

- 1) Строение двойного электрического слоя на межфазных границах электродов и мембран: диффузная и плотная части ДЭС; качественные представления Гельмгольца, Гуи и Чапмена, Штерна и Грэма.
- 2) Емкость ДЭС: расчет по теории Гельмгольца и по теории Гуи-Чапмена.
- 3) Распределение потенциала в ДЭС. Смысл дебаевской длины.
- 4) Электрохимические равновесия на межфазной границе. Уравнения Нернста и Доннана.
- 5) Структура заряженных мембран и ее модельное описание. Структурирование сухих мембран, образование мультиплетов; эволюция структуры при набухании в растворителе; аналогия со структурой биологической мембраны.
- 6) Структура заряженных мембран и ее модельное описание. Разделение фаз; микро-, мезо-, и макропоры; зависимость размера пор от параметров структуры (длина цепи, концентрация функциональных групп).
- 7) Микрогетерогенная модель: основные уравнения и параметры модели. Применение микрогетерогенной модели.
- 8) Микрогетерогенная модель. Решение обратной задачи: определение параметров модели по известным из эксперимента концентрационным зависимостям концентрации сорбированного электролита в мембране, транспортных параметров (удельной электропроводности, диффузионной проницаемости и чисел переноса).
- 9) Концентрационная поляризация в электродных и мембранных системах под действием электрического тока. Понятие о диффузионном слое (слой Нернста, полная толщина диффузионного слоя); гидродинамический погранслой.
- 10) Концентрационная поляризация в электролизе и электродиализе. Вывод уравнения для предельной плотности тока. Уравнение Пирса.
- 11) Конвективная электродиффузия в двумерном электродном и мембранном канале. Уравнение Левека.
- 12) Электрокинетические явления. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского.
- 13) Электроконвекция и гравитационная конвекция в мембранных системах.
- 14) Диссоциация воды на межфазных границах. Генерация ионов  $H^+$  и  $OH^-$ . Каталитическая роль функциональных групп.
- 15) Суть методов вольтамперометрии и хронопотенциометрии. Параметры. Характеристики мембран и диффузионных слоев, определяемые в этих методах.
- 16) Теоретические и практические аспекты исследования гидрофильно-гидрофобного баланса поверхности путем измерения контактного угла смачивания.

**Пример экзаменационного билета:**

**Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный университет»**

Химия

Процессы и материалы электрохимической энергетики

Кафедра физической химии

**Дисциплина «Явления на межфазных границах»**

**Экзаменационный билет № 3**

1. Концентрационная поляризация в электродных и мембранных системах под действием электрического тока. Понятие о диффузионном слое (слой Нернста, полная толщина диффузионного слоя); гидродинамический погранслой.
2. Диссоциация воды на межфазных границах. Генерация ионов  $H^+$  и  $OH^-$ . Каталитическая роль функциональных групп.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

И.В. Фалина

### Критерии оценивания результатов обучения

| Оценка                                        | Критерии оценивания по экзамену                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий уровень «5» (отлично)                 | оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно владеет теоретическим материалом (знает как основные, так и специфические синтетические методы, а также механизмы основных реакций) и способен самостоятельно решить экзаменационную задачу         |
| Средний уровень «4» (хорошо)                  | оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо владеет теоретическим материалом, знает базовые синтетические методы и имеет представление о механизмах основных синтетически важных реакций, способен справиться с экзаменационной задачей при незначительной помощи со стороны преподавателя                     |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     | оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает базовые синтетические методы, однако плохо разбирается в специфических методах и механизмах основных реакций, с трудом справляется с экзаменационной задачей при существенной помощи со стороны преподавателя |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен решить экзаменационную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых синтетических методов)                                                                                                                   |

### Критерии оценивания занятия с решением задач

Оценка **«отлично»** выставляется, если студент имеет глубокие знания учебного материала по теме практической работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий, используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если студент показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Студент демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если студент в целом освоил материал практической работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы. Студент

затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала практической работы, который полностью не раскрыл содержание вопросов, не смог ответить на уточняющие и дополнительные вопросы. Студент даёт неверную оценку ситуации, неправильно выбирает алгоритм действий.

### Критерии оценивания рефератов

Оценка **«отлично»** – выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка **«хорошо»** – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка **«удовлетворительно»** – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка **«неудовлетворительно»** – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

### Критерии дифференцированной оценки реферата

| Критерии оценки                                              | Максимальная оценка в баллах |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Логичность изложения                                         | 3                            |
| Раскрытие темы                                               | 3                            |
| Использование широкой информационной базы                    | 3                            |
| Наличие собственных выводов, обобщений, критического анализа | 3                            |
| Соблюдение правил цитирования                                | 2                            |
| Правильность оформления                                      | 1                            |
| Итого:                                                       | 15                           |

13-15 баллов – отлично;

10-12 баллов – хорошо;

8-9 баллов - удовлетворительно;

0 баллов – неудовлетворительно.

### Критерии оценивания презентации

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если:

- презентация соответствует теме самостоятельной работы;
- оформлен титульный слайд с заголовком (тема, цели, план и т.п.);
- сформулированная тема ясно изложена и структурирована;
- использованы графические изображения (фотографии, картинки и т.п.), соответствующие теме;
- выдержан стиль, цветовая гамма, использована анимация, звук; работа оформлена

и предоставлена в установленный срок.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если:

- презентация соответствует теме самостоятельной работы; оформлен титульный слайд с заголовком (тема, цели, план и т.п.);
- сформулированная тема ясно изложена и структурирована;
- использованы графические изображения (фотографии, картинки и т.п.), соответствующие теме;
- работа оформлена и предоставлена в установленный срок.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если работа не выполнена или содержит материал не по вопросу.

Во всех остальных случаях работа оценивается на «удовлетворительно».

### **Критерии оценивания результатов устного опроса**

Оценка **«отлично»** ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка **«хорошо»** ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

### **Критерии оценивания результатов контрольных работ**

Контрольная работа проводится в письменной форме.

Оценка **«отлично»** выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.

Оценка **«хорошо»**, если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

Оценка **«удовлетворительно»**, если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.

Оценка **«неудовлетворительно»**, если студент допустил число ошибок и недочетов, превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.

### **Критерии оценивания лабораторных работ**

**«5»** (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

**«4»** (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (не зачтено): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

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 на экзамене;

– 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5 Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1 Учебная литература**

1 Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. Долгопрудный: Интеллект. – 2008. – 24 с.

2 Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. Физико-химические основы электрохимии. Долгопрудный: Интеллект. – 2008. 423 с.

3 Ciferri A., Perico A. Ionic interactions in natural and synthetic macromolecules. NJ.: Hoboken Wiley Interscience. – 2012. 852 p.

4 Кравченко Т.А., Золотухина Е.В., Чайка М.Ю., Ярославцев А.Б. Электрохимия нанокompозитов металл – ионообменник. М.: Наука. – 2013. <https://www.rfbr.ru/library/books/2259>

### **5.2 Периодическая литература**

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. Журнал «Мембраны и мембранные технологии»
4. Журнал «Электрохимия»

### **5.3 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

- 1 ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
- 2 ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
- 3 ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
- 4 ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
- 5 ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### **Профессиональные базы данных:**

- 1 Scopus <http://www.scopus.com/>
- 2 ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
- 3 Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
- 4 Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
- 5 Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
- 6 Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
- 7 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
- 8 База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
- 9 Springer Journals: <https://link.springer.com/>
- 10 Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
- 11 Nature Journals: <https://www.nature.com/>
- 12 Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
- 13 Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
- 14 Nano Database: <https://nano.nature.com/>
- 15 Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
- 16 "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
- 17 Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы**

**Консультант Плюс** - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

- 1 КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
- 2 Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
- 3 Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
- 4 Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
- 5 Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
- 6 Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
- 7 Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
- 8 Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
- 9 Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
- 10 Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

## Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

|   |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                               |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ                                                                                                      | <a href="http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web">http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web</a>                                                         |
| 2 | Электронная библиотека трудов ученых КубГУ                                                                                                        | <a href="http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&amp;idb=6">http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&amp;idb=6</a> |
| 3 | Среда модульного динамического обучения                                                                                                           | <a href="http://moodle.kubsu.ru">http://moodle.kubsu.ru</a>                                                                                   |
| 4 | База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций                                                                     | <a href="http://infoneeds.kubsu.ru/">http://infoneeds.kubsu.ru/</a>                                                                           |
| 5 | Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий                                                              | <a href="http://mschool.kubsu.ru;">http://mschool.kubsu.ru;</a>                                                                               |
| 6 | Электронный архив документов КубГУ                                                                                                                | <a href="http://docspace.kubsu.ru/">http://docspace.kubsu.ru/</a>                                                                             |
| 7 | Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" | <a href="http://icdau.kubsu.ru/">http://icdau.kubsu.ru/</a>                                                                                   |

### 6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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

#### Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Имеется электронная версия лекций по данной дисциплине.

Основной формой обучения студентов является самостоятельная работа над учебным материалом. Процесс изучения дисциплины “Явления на межфазных границах” состоит из следующих этапов:

1. Проработка теоретического материала по рекомендованному учебнику и конспектам лекций, предоставленных преподавателем в электронном виде. В случае недоступности данного пособия необходимо обратиться к списку литературы, приведенного в рабочей программе дисциплины “Явления на межфазных границах”.

2. Выполнение самостоятельных работ.

3. Подготовка и представление перед однокурсниками презентаций на заданную тему.

4. Сдачи экзамена в устной или письменной форме (по усмотрению преподавателя).

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практической занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы. Критерии оценки: – правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

- использование дополнительного материала (обязательное условие);

- рациональность использования времени, отведенного на задание (не

одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

Развернутый ответ студента должен представлять собой связанное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Реферат представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной научной теме. Объем реферата может достигать 20–30 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких (не менее 10) литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Работа должна состоять из следующих частей:

- введение,
- основная часть (может включать 2–4 главы)
- заключение,
- список использованных источников,
- приложения.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы для исследования, характеризуется ее научное и практическое значение для развития современного производства, формируются цели и задачи контрольной работы, определяется объект, предмет и методы исследования, источники информации для выполнения работы. Примерный объем введения – 1–2 страницы машинописного текста.

Основная часть работы выполняется на основе изучения имеющейся отечественной и зарубежной научной и специальной экономической литературы по исследуемой проблеме, законодательных и нормативных материалов. Основное внимание в главе должно быть уделено критическому обзору существующих точек зрения по предмету исследования и обоснованной аргументации собственной позиции и взглядов автора работы на решение проблемы. Теоретические положения, сформулированные в главе, должны стать исходной научной базой для выполнения последующих глав работы.

Для подготовки реферата должны использоваться только специальные релевантные источники. Кроме рефератов, тематика которых связана с динамикой каких-либо явлений за многие годы, либо исторического развития научных взглядов на какую-либо проблему, следует использовать источники за период не более 10 лет.

Примерный объем – 15–20 страниц машинописного текста.

В заключении отражаются основные результаты выполненной работы, важнейшие выводы, и рекомендации, и предложения по их практическому использованию. Примерный объем заключения – 2–3 страницы машинописного текста.

В приложениях помещаются по необходимости иллюстрированные материалы, имеющие вспомогательное значение (таблицы, схемы, диаграммы и т.п.), а также материалы по использованию результатов исследований с помощью вычислительной техники (алгоритмы и программы расчетов и решения конкретных задач и т.д.).

Задание о подготовке реферата студентом выдается преподавателем индивидуально, но также может быть инициировано самим студентом.

Презентации на заданную тему выполняются в программе Power Point. Она должна состоять из 5–8 слайдов и содержать основные определения, фактический иллюстрированный материал, выводы и список использованных источников.

Материал для сообщения необходимо искать в книгах, журналах и интернет-источниках, опубликованных в последние 3 года.

Доклад, сопровождающий презентации, должен занимать 7–10 минут.

И доклад, и презентации предварительно присылаются преподавателю по электронной почте на проверку.

Самостоятельные работы выполняются каждым студентом на отдельных листках. Не допускается использование любых средств коммуникации (ноутбуки, мобильные телефоны с выходом в интернет и пр.

Лабораторная работа выполняется студентом в составе группы, подгруппы или индивидуально. Все вычисления желательно проводить во время занятия. При недостаточном количестве времени их можно выполнять в часы самостоятельной работы с обязательным представлением результатов преподавателю на последующих занятиях или консультациях.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы. После завершения выполнения лабораторных работ производится их защита.

Допускается использование рабочих тетрадей, в которых законспектированы наиболее важные с точки зрения каждого из студентов моменты, выделенные при самостоятельной проработке каждой из тем.

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 воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7 Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

| Наименование специальных помещений                                                                                                       | Оснащенность специальных помещений                                                                                  | Перечень лицензионного программного обеспечения  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 332с)                                                                    | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер                                 | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office           |
| Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 334с, 332с) | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер                                 | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office<br>Comsol |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии (ауд. 334с, 332с)                                    | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office<br>Comsol |
| Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)                                                               | Курсовая работа не предусмотрена учебным планом                                                                     |                                                  |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся                    | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                    | Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)                                                                                     |                                        |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 329с, 401с) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office |