

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.

« 27 » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.04 МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ**

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| Направление подготовки   | 04.04.01 Химия |
| Направленность (профиль) | Электрохимия   |
| Форма обучения           | очная          |
| Квалификация             | магистр        |

Краснодар 2022

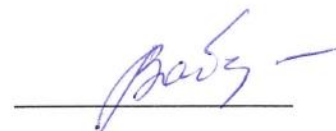
Рабочая программа дисциплины **МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ** разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Электрохимия (уровень магистратуры)

Программу составил:

Н. Д. Письменская, проф. каф. физ. химии,  
д-р хим. наук, проф.



Рабочая программа дисциплины **МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ** утверждена на заседании кафедры физической химии  
протокол № 9 «20» апреля 2022 г.  
Заведующий кафедрой Заболоцкий В.И



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий  
протокол № 7 «25» апреля 2022 г.  
Председатель УМК факультета Беспалов А.В.



Рецензенты:

Н.А. Мельник, заместитель руководителя Отраслевого учебно-методического центра охраны труда работников агропромышленного комплекса Краснодарского края КРИА ДПО ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, канд. хим. наук

М.Е. Соколов, руководитель НОЦ «ДССН"-ЦКП ФГБОУ ВО «КубГУ», канд. хим. наук

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель дисциплины:

Целью учебной дисциплины состоит в создании целостного представления о роли мембранных технологий в решении экологических проблем.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- показать историю развития и классификацию мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания; дать теоретические основы процессов, используемых в этих системах;
- продемонстрировать наиболее типичные конструкционные решения мембранных аппаратов, применяемых в системах контроля загрязняющих веществ и современных средствах защиты и реабилитации окружающей среды;
- ознакомить с новыми направлениями дружественных окружающей среде производственных технологий;
- проанализировать достоинства и недостатки мембранных систем защиты среды обитания с точки зрения ресурсосбережения и экологической целесообразности;
- рассмотреть принципы математического моделирования, лежащие в основе инженерных расчетов мембранных процессов очистки и разделения веществ;
- привить первичные навыки инженерных расчетов и прогнозирования результатов работы отдельных устройств и сложных технологических схем, предназначенных для предотвращения вредных выбросов в атмосферу, гидросферу и литосферу.

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

Дисциплина «Мембранные технологии в решении экологических проблем» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 учебного плана направления подготовки 04.04.01 Химия, магистерской программы Электрохимия. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 и 2 курсах. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные в ходе освоения таких дисциплин, как «Мембранная электрохимия и мембранные материалы новых поколений», «Явления на межфазных границах».

### 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>ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии или смежных наук</b>   |  |
| ИПК-1.1. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов | Знает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи  |
|  | Умеет использовать достижения современной химической науки, планировать работу на основе теоретических знаний в области мембранных технологий для защиты окружающей среды с учетом возникающих нестандартных ситуациях |
|  | Владеет навыками инженерных расчетов и прогнозирования результатов работы устройств и технологических схем, предназначенных для предотвращения деградации окружающей среды и представлением о последствиях бездействия |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине   |
|---|---|
| ИПК-1.2. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии               | Знает принципы работы современного физико-химического оборудования для получения достоверных результатов исследования в области мембранных технологий, и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду, и в системах защиты среды обитания |
|   | Умеет использовать полученные экспериментальные данные исследований для интерпретации достоверных результатов исследования в области мембранных технологий  |
|   | Владеет навыками работы на современном физико-химическом оборудовании   |
| <b>ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в электрохимии или смежных наук</b> |   |
| ИПК-3.1. Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике исследования в выбранной области химии  | Знает основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации   |
|   | Умеет анализировать и обобщать результаты информационного поиска в области мембранных технологий  |
|   | Владеет навыками информационного поиска в реферативных базах данных в области мембранных технологий   |
| ИПК-3.2. Оценивает перспективы практического применения результатов НИР и НИОКР и продолжения работ в электрохимии или смежных науках                                     | Знает типичные проблемы в области мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания   |
|   | Умеет оценивать перспективы практического применения результатов НИР и продолжения работ в области мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания                                |
|   | Владеет знаниями мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания и способностью показать возможность применения результатов своей НИР в данной области                            |

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 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы   | Всего часов  | Форма обучения   |                  |
|--|--------------|------------------|------------------|
|  |              | очная            |                  |
|  |              | 2 семестр (часы) | 3 семестр (часы) |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     |              |                  |                  |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         | <b>74</b>    | <b>32</b>        | <b>42</b>        |
| Занятия лекционного типа                                   | 30           | 16               | 14               |
| Лабораторные занятия                                       | 28           | -                | 28               |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | 16           | 16               | -                |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             |              |                  |                  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      | -            | -                | -                |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             | 0,4          | 0,2              | 0,2              |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                | <b>105,6</b> | <b>39,8</b>      | <b>65,8</b>      |

|   |                                      |             |             |
|---|--------------------------------------|-------------|-------------|
| Самостоятельное изучение разделов (проработка и повторение лекционного материала и учебных пособий) | 40                                   | 15          | 25          |
| Подготовка докладов, рефератов, презентаций   | 20                                   | 10          | 10          |
| Подготовка к текущему контролю  | 39,8                                 | 14,8        | 15          |
| Подготовка к сдаче лабораторных работ   | 15,8                                 | -           | 15,8        |
| <b>Контроль:</b>  |                                      |             |             |
| Подготовка к экзамену   | -                                    | -           | -           |
| <b>Общая трудоемкость</b>   | <b>час.</b>                          | <b>180</b>  | <b>82</b>   |
|   | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>74,4</b> | <b>32,2</b> |
|   | <b>зач. ед</b>                       | <b>5</b>    | <b>2</b>    |

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2 и 3 семестре (очная форма обучения)

Разделы дисциплины, изучаемые во 2 семестре

| № раздела | Наименование разделов (тем)   | Количество часов |                   |    |    |                        |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|------------------------|
|           |   | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Самостоятельная работа |
|           |   |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                        |
| 1         | 2   | 4                | 5                 | 6  | 7  | 8                      |
| 1         | Стратегия и тактика использования мембранных технологий для решения экологических проблем | 16               | 4                 | 4  | -  | 8                      |
| 2         | Мембраны в средствах потенциометрического мониторинга                                     | 16               | 4                 | 4  | -  | 8                      |
| 3         | Мембраны в средствах хроматографического анализа объектов окружающей среды                | 16               | 4                 | 4  | -  | 8                      |
| 4         | Мембранные процессы очистки газовых смесей и регенерации абсорбентов                      | 14               | 2                 | 4  | -  | 8                      |
| 5         | Мембранные технологии каталитического обезвреживания выхлопных газов                      | 9,8              | 2                 | -  | -  | 7,8                    |
|           | <i>Итого по разделам дисциплины:</i>  | 71,8             | 16                | 16 | -  | 39,8                   |
|           | Контроль самостоятельной работы (КСР)   | -                | -                 | -  | -  | -                      |
|           | Промежуточная аттестация (ИКР)  | 0,2              | -                 | -  | -  | -                      |
|           | Подготовка к контролю   | -                | -                 | -  | -  | -                      |
|           | Общая трудоемкость по дисциплине  | 72               | -                 | -  | -  | -                      |

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре:

| № раздела | Наименование разделов (тем)   | Количество часов |                   |    |    |                        |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|------------------------|
|           |   | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Самостоятельная работа |
|           |   |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                        |
| 1         | 2   | 4                | 5                 | 6  | 7  | 8                      |
| 1         | Мембранные методы обеззараживания природных и сточных вод   | 30               | 4                 | -  | 6  | 20                     |
| 2         | Конверсия, очистка, фракционирование и концентрирование жидких промышленных отходов                           | 27               | 4                 | -  | 8  | 15                     |
| 3         | Мембранные методы в переработке водно-органических отходов  | 27               | 4                 | -  | 8  | 15                     |
| 4         | Электро- и баромембранные системы переработки и обезвреживание жидких радиоактивных и высокотоксичных отходов | 23,8             | 2                 | -  | 6  | 15,8                   |
|           | <i>Итого по разделам дисциплины:</i>  | 107,8            | 14                | -  | 28 | 65,8                   |
|           | Контроль самостоятельной работы (КСР)   | -                | -                 | -  | -  | -                      |
|           | Промежуточная аттестация (ИКР)  | 0,2              | -                 | -  | -  | -                      |
|           | Подготовка к контролю   | -                | -                 | -  | -  | -                      |

| № раз-дела | Наименование разделов (тем)      | Количество часов |                   |    |    |                         |
|------------|----------------------------------|------------------|-------------------|----|----|-------------------------|
|            |                                  | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Самостоятель-ная работа |
|            |                                  |                  | Л                 | ПЗ | ЛР | СР                      |
|            | Общая трудоемкость по дисциплине | 108              | -                 | -  | -  | -                       |

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 | Стратегия и тактика использования мембранных технологий для решения экологических проблем | Мембранные системы очистки: классификация и основы применения в экобиозащитных процессах. Направления и цели создания мало- и безотходных производств, а также ресурсосберегающих технологий на основе мембранного разделения веществ в жидком и газообразном состоянии   | Р                       |
| 2 | Мембраны в средствах потенциометрического мониторинга                                     | Классификация методов, механизмы переноса через мембрану, движущие силы и теоретическое описание процессов  | УО                      |
| 3 | Мембраны в средствах хроматографического анализа объектов окружающей среды                | Очистка и концентрирование растворов, нейтрализация кислотно-основных стоков  | УО                      |
| 4 | Мембранные процессы очистки газовых смесей и регенерации абсорбентов                      | Регенерация абсорбентов и рекуперация твердых отходов (на примере комбинированных бароэлектромембранных технологий переработки использованных упаковочных материалов)   | КР                      |
| 5 | Мембранные технологии каталитического обезвреживания выхлопных газов                      | Теоретические основы процессов физической и химической очистки газов. Методы очистки воздуха от вредных газов (на примере очистки воздуха от диоксида серы): абсорбция водой; известняковые и известковые методы; нерекуперационные методы; рекуперационные методы очистки с регенерацией хемосорбентов. Теоретические основы процессов физической и химической адсорбции газов, дисперсных и ионных примесей. Адсорбенты и адсорберы (адсорбционные установки периодического и непрерывного действия). Регенерация адсорбентов | КР                      |
| 6 | Мембранные методы обеззараживания природных и сточных вод                                 | Классификация методов, механизмы переноса через мембрану, движущие силы и теоретическое описание процессов. Очистка и концентрирование кислотно-основных стоков   | КР                      |
| 7 | Конверсия, очистка, фракционирование и концентрирование жидких промышленных отходов       | Фильтрация жидких сред (механизмы процесса фильтрации, особенности конструкций, эксплуатации и регенерации фильтров)  | УО                      |
| 8 | Мембранные методы в переработке водно-органических отходов                                | Конвективно-диффузионная модель. Распределение концентрации и плотности тока. Вольтамперная характеристика. Расчет толщины диффузионного слоя. Сравнение расчета с экспериментальными данными. Недостатки модели  | УО                      |
| 9 | Электро- и баромем-   | Переработка сточных вод масложиркомбинатов, пред-   | Р                       |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | бранные системы переработки и обезвреживание жидких радиоактивных и высокотоксичных отходов | приятий нефтяной и целлюлозно-бумажной промышленности методами микро- и ультрафильтрации |  |
|--|---|--|--|

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

#### Семинарские занятия

| № | Наименование раздела (темы)   | Тематика занятий/работ  | Форма текущего контроля |
|---|---|---|-------------------------|
| 1 | 2   | 3   | 4                       |
| 1 | Стратегия и тактика использования мембранных технологий для решения экологических проблем | Классификация и основы применения экобиозащитных процессов; стратегия и тактика защиты атмосферы, гидросферы, литосферы. Направления и цели создания мало- и безотходных производств, а также ресурсосберегающих технологий | УО                      |
| 2 | Мембраны в средствах потенциометрического мониторинга                                     | Изготовление и применение потенциометрических мембранных сенсоров. Селективность и перекрестная чувствительность. Прибор «искусственный язык»   | УО                      |
| 3 | Мембраны в средствах хроматографического анализа объектов окружающей среды                | Емкостная электродеионизация: существующие технологии и перспективы развития  | УО                      |
| 4 | Мембранные процессы очистки газовых смесей и регенерации абсорбентов                      | Мембранные методы регенерация абсорбентов (на примере очистки воздуха и метана от диоксида серы и углекислого газа)   | УО                      |
| 5 | Мембранные технологии каталитического обезвреживания выхлопных газов                      | Методы термической нейтрализации отходящих газов с использованием нано- и микроструктурированных мембран с каталитической составляющей  | УО                      |

#### Лабораторные занятия

| № | Наименование раздела (темы)   | Тематика занятий/работ   | Форма текущего контроля |
|---|---|--|-------------------------|
| 1 | 2   | 3  | 4                       |
| 1 | Мембранные методы обеззараживания природных и сточных вод   | 1. Применение обычного электролиза для деминерализации разбавленных промышленных растворов               | ЛР                      |
| 2 | Конверсия, очистка, фракционирование и концентрирование жидких промышленных отходов                           | 2. Холодная стерилизация промышленных стоков баромембранными методами                                    | ЛР                      |
| 3 | Мембранные методы в переработке водно-органических отходов  | 3. Извлечение антиоксидантов из сточных вод пищевых производств с использованием ионообменных материалов | ЛР                      |
| 4 | Электро- и баромембранные системы переработки и обезвреживание жидких радиоактивных и высокотоксичных отходов | 4. Удаление тяжелых металлов из сточных вод с использованием комбинированной мембранной технологии       | ЛР                      |

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР), устный опрос (УО), реферат (Р).

### 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

| № | Вид СРС   | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы  |
|---|---|--|
| 1 | 2   | 3  |
| 1 | Самостоятельное изучение разделов (проработка и повторение лекционного материала и учебных пособий) | Волков В.А. Теоретические основы охраны окружающей среды. СПб.: Лань, 2015, 256 с. <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/61358/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/61358/#1</a><br>Методические указания по организации самостоятельной работы.<br>Методические указания к выполнению лабораторных работ. |
| 2 | Подготовка докладов, рефератов, презентаций   | Методические указания по написанию рефератов.<br>Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 17 от 11.05.2017 г.  |
| 3 | Подготовка к текущему контролю  | Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине.<br>Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 10 от 13.03.2018 г.   |
| 4 | Подготовка к сдаче лабораторных работ   | 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 «Мембранные технологии в решении экологических проблем».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения текущего



контроля в форме устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов, рефератов, контрольных работ, тестов и индивидуальных заданий студентов и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

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

| № п/п | Код и наименование индикатора<br>(в соответствии с п. 1.4)   | Результаты обучения<br>(в соответствии с п. 1.4)   | Наименование оценочного средства |   |
|-------|--|--|----------------------------------|---|
|       |  |  | Текущий контроль                 | Промежуточная аттестация                              |
| 1     | ИПК-1.1. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов | <p>Знает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи</p> <p>Умеет использовать достижения современной химической науки, планировать работу на основе теоретических знаний в области мембранных технологий для защиты окружающей среды с учетом возникающих нестандартных ситуациях</p> <p>Владеет навыками инженерных расчетов и прогнозирования результатов работы устройств и технологических схем, предназначенных для предотвращения деградации окружающей среды и представлением о последствиях бездействия</p> | Р                                | Вопрос на зачете<br>1,2,12,26,29,30,31,34,42,57,59,60 |
| 2     | ИПК-1.2. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии  | <p>Знает принципы работы современного физико-химического оборудования для получения достоверных результатов исследования в области мембранных технологий, и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду, и в системах защиты среды обитания</p> <p>Умеет использовать полученные экспериментальные данные исследований для интерпретации достоверных результатов исследования в области мембранных технологий</p> <p>Владеет навыками работы на современном физико-химическом оборудовании</p>              | УО                               | Вопрос на зачете<br>19,25,44                          |
| 3     | ИПК-3.1. Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике исследования в выбранной области химии   | <p>Знает основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации</p> <p>Умеет анализировать и обобщать результаты информационного поиска в области мембранных технологий</p>   | УО                               | Вопрос на зачете<br>23,27,28,45,49                    |

|   |  |  |    |                                 |
|---|--|--|----|---------------------------------|
|   |  | Владеет навыками информационного поиска в реферативных базах данных в области мембранных технологий  |    |                                 |
| 4 | ИПК-3.2. Оценивает перспективы практического применения результатов НИР и НИОКР и продолжения работ в электрохимии или смежных науках  | <p>Знает типичные проблемы в области мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания</p> <p>Умеет оценивать перспективы практического применения результатов НИР и продолжения работ в области мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания</p> <p>Владеет знаниями мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания и способностью показать возможность применения результатов своей НИР в данной области</p> | КР | Вопрос на зачете 3,4,6-11,46    |
| 5 | ИПК-1.1. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов | <p>Знает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи</p> <p>Умеет использовать достижения современной химической науки, планировать работу на основе теоретических знаний в области мембранных технологий для защиты окружающей среды с учетом возникающих нестандартных ситуациях</p> <p>Владеет навыками инженерных расчетов и прогнозирования результатов работы устройств и технологических схем, предназначенных для предотвращения деградации окружающей среды и представлением о последствиях бездействия</p>   | КР | Вопрос на зачете 5,47           |
| 6 | ИПК-1.2. Использует современное физико-химическое оборудование для получения и интерпретации достоверных результатов исследования в выбранной области химии  | Знает принципы работы современного физико-химического оборудования для получения достоверных результатов исследования в области мембранных технологий, и устройств, используемых для мониторинга антропо-  | КР | Вопрос на зачете 13,24,34-40,61 |

|   |   |  |    |  |
|---|---|--|----|--|
|   |   | <p>генного воздействия на окружающую среду, и в системах защиты среды обитания</p> <p>Умеет использовать полученные экспериментальные данные исследований для интерпретации достоверных результатов исследования в области мембранных технологий</p> <p>Владеет навыками работы на современном физико-химическом оборудовании</p>  |    |  |
| 7 | ИПК-3.1. Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике исследования в выбранной области химии                  | <p>Знает основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации</p> <p>Умеет анализировать и обобщать результаты информационного поиска в области мембранных технологий</p> <p>Владеет навыками информационного поиска в реферативных базах данных в области мембранных технологий</p>  | УО | Вопрос на зачете<br>14,17,18,20,32,43<br>, 50,51,56,58 |
| 8 | ИПК-3.2. Оценивает перспективы практического применения результатов НИР и НИОКР и продолжения работ в электрохимии или смежных науках | <p>Знает типичные проблемы в области мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания</p> <p>Умеет оценивать перспективы практического применения результатов НИР и продолжения работ в области мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания</p> <p>Владеет знаниями мембранных технологий и устройств, используемых для мониторинга антропогенного воздействия на окружающую среду и в системах защиты среды обитания и способностью показать возможность применения результатов своей НИР в данной области</p> | УО | Вопрос на зачете<br>15,16,35,41,52,53                  |
| 9 | ИПК-3.1. Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике исследования в выбранной области химии                  | <p>Знает основные принципы формирования поиска, структурирования и обработки научной и научно-технической информации</p> <p>Умеет анализировать и обобщать</p>   | Р  | Вопрос на зачете<br>21,22,33,48,54,55                  |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  | результаты информационного поиска в области мембранных технологий                                   |  |  |
|  |  | Владеет навыками информационного поиска в реферативных базах данных в области мембранных технологий |  |  |

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Примерные темы рефератов к разделу «Стратегия и тактика использования мембранных технологий для решения экологических проблем»**

- 1 Аппаратурное оформление гибридных установок, использующих баро- и электро-мембранные методы.
- 2 Установки для сверхглубокой очистки воды.
- 3 Установки с адсорберами периодического действия.
- 4 Биологические методы очистки: активный ил и пленки; аэротэнки.
- 5 Биореакторы
- 6 Принципы применения обратного осмоса в комбинированных мембранных методах и многоступенчатых установках.
- 7 Специфика обезвреживания жидких радиоактивных отходов.
- 8 Принципы совершенствования существующих производств с использованием мембранных методов.
- 9 Рекуперация твердых отходов методом электродиализа
- 10 Преимущества использования мембранных методов при обработке водно-органических отходов.
- 11 Перспективы развития мембранных процессов.

**Вопросы для устного опроса по теме «Мембраны в средствах потенциометрического мониторинга»**

- 1 Каковы принципы создания потенциометрических сенсоров?
- 2 Какие требования предъявляются к мембранам, используемым в потенциометрических сенсорах?
- 3 Приведите примеры использования мембранных потенциометрических сенсоров для мониторинга реальных объектов окружающей среды.

**Вопросы для устного опроса по теме «Мембраны в средствах хроматографического анализа объектов окружающей среды»**

- 1 Какие новейшие мембранные технологии, разработанные для предконцентрирования и очистки стоков, вам известны? Опишите принцип их работы.
- 2 Каково типичное аппаратное оформление емкостного электродеионизатора?
- 3 Каким требованиям должны отвечать вещества, используемые в качестве адсорбентов?
- 4 Что такое изотерма сорбции?
- 5 Для каких систем она может быть уравнением Лэнгмюра?
- 6 Для описания каких систем лучше использовать теорию БЭТ?

**Контрольная работа №1 по теме «Мембранные процессы очистки газовых смесей и регенерации абсорбентов»**

### **Вариант 1**

- 1 В чем суть регенерации адсорбентов методом биполярного электродиализа?
- 2 Какие методы термической нейтрализации отходящих газов с использованием нано- и микроструктурированных мембран с каталитической составляющей Вам известны?
- 3 Каковы причины деградации мембран, используемых для очистки газовых смесей?

### **Вариант 2**

- 1 Какие фундаментальные процессы диффузии лежат в основе применения различных типов мембран для газоразделения?
- 2 Опишите мембранные методы регенерации абсорбентов на примере очистки метана от углекислого газа.
- 3 Каковы принципиальные подходы к восстановлению мембран, используемых в процессе регенерации абсорбентов?

### **Контрольная работа №2 по теме «Каталитическое обезвреживание выхлопных газов»**

- 1 Какие классические методы обезвреживания токсичных примесей, находящихся в составе газовых смесей, вам известны?
- 2 Какие мембранные методы обезвреживания токсичных примесей, присутствующих в составе газовых смесей, вам известны?

### **Контрольная работа № 3 по теме «Мембранные методы обеззараживания природных и сточных вод»**

#### **Вариант 1**

- 1 Каковы основные принципы работы электродиализатора-концентратора?
- 2 Какие новейшие мембранные технологии, разработанные для нейтрализации стоков, вам известны? Опишите принцип их работы.
- 3 Какие стадии разработки процессов очистки с использованием мембранных технологий Вам известны?
- 4 Как используют мембранные методы для извлечения и рекуперации тяжёлых металлов?

#### **Вариант 2**

- 1 Каково типичное аппаратное оформление электродиализатора-концентратора?
- 2 В чем суть нейтрализации кислотно-основных стоков методом биполярного электродиализа?
- 3 Каковы принципы создания производств с замкнутым циклом по воде?
- 4 В чём суть переработки сточных вод масложиркомбинатов, предприятий нефтяной и целлюлозно-бумажной промышленности методами микро- и ультрафильтрации?

### **Вопросы для устного опроса по теме «Конверсия, очистка, фракционирование и концентрирование жидких промышленных отходов»**

- 1 Какие критерии лежат в основе выбора методов и схем очистки водных растворов?
- 2 От каких факторов (и почему от них) зависит скорость осаждения крупнодисперсных частиц в условиях естественной конвекции?
- 3 Каков принцип выбора формул для расчета поправочного коэффициента, необходимого при определении скорости осаждения частицы в условиях вынужденной конвекции?
- 4 Какой принцип лежит в основе определения скорости осаждения частиц, форма которых отличается от сферической?
- 5 Какое оборудование применяют для грубой очистки от нерастворимых примесей?
- 6 В чем суть метода флотации и электрофлотации?

- 7 Почему флотирующая сила зависит от угла смачивания частиц?
- 8 Назовите устройства, используемые для отделения нефтепродуктов и жиров от очищенной воды во флотаторах.
- 9 Каким образом и почему можно интенсифицировать процесс флотации?
- 10 Какие методы повышения эффективности оборудования, предназначенного для очистки от жиров и нефти Вы можете предложить?
- 11 Какие механизмы, лежат в основе процесса фильтрования?
- 12 Как определяют тип фильтрования через пористый слой?
- 13 От каких параметров зависит коэффициент фильтрации? Как он изменяется во времени?
- 14 Как регенерируют фильтры, применяемые для очистки нефте- и маслопродуктов?
- 15 Каков принцип действия электромагнитные фильтров? Назовите области их применения и способы регенерации.
- 16 В чем сущность процесса коагуляции?
- 17 Что такое электрокинетический потенциал? Какую роль он играет в процессе коагуляции?
- 18 Какие вещества используют в качестве коагулянтов и почему?
- 19 Назовите преимущества и недостатки использования в качестве коагулянтов солей железа по сравнению с солями алюминия.
- 20 Что такое флокуляция? Для чего она нужна?
- 21 Как определяют дозы коагулянтов и флокулянтов?
- 22 Почему нейтрализация щелочных вод дымовыми газами является примером ресурсосберегающей технологии?
- 23 Что такое гиразёр и как он устроен?
- 24 Назовите вещества, которые используют в качестве окислителей?
- 25 Чем окислители отличаются от восстановителей?
- 26 Что такое свободный «активным» хлор и как его получают?
- 27 Как готовят «хлорку» и соединения, содержащие связанный «активный» хлор?
- 28 От каких параметров зависит время обеззараживания сточных вод химическими методами?
- 29 В каких случаях «нормальное хлорирование» лучше заменить «перхлорированием»?
- 30 Как обезвреживают сульфидные стоки целлюлозных, нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов?
- 31 Каковы механизмы действие озона в процессах окисления?
- 32 Что такое электролиз? Каковы конструкции простейших электролизеров?
- 33 Какие процессы идут на катоде и аноде электролизера? Приведите примеры окислителей и восстановителей, образующихся в результате протекания электрохимических реакций.

### **Вопросы для устного опроса по теме «Мембранные методы в переработке водно-органических отходов»**

- 1 Аппаратурное оформление гибридных установок, использующих баро- и электро-мембранные методы.
- 2 Установки для сверхглубокой очистки воды.
- 3 Переработка стоков масложиркомбинатов.
- 4 Переработка стоков предприятий нефтяной промышленности.
- 5 Переработка стоков целлюлозно-бумажной промышленности.
- 6 Принципы применения обратного осмоса в комбинированных мембранных методах и многоступенчатых установках.
- 7 Специфика обезвреживания жидких радиоактивных отходов.

- 8 Принципы совершенствования существующих производств с использованием мембранных методов.
- 9 Конверсия мембран.
- 10 Конструкционные и эксплуатационные особенности аппаратов, работающих на предприятиях фармацевтики.
- 11 Конструкционные и эксплуатационные особенности аппаратов, работающих на винодельческих предприятиях.
- 12 Конструкционные и эксплуатационные особенности аппаратов, работающих на предприятиях производства молока.
- 13 Рекуперация твердых отходов методом электродиализа.
- 14 Преимущества использования мембранных методов при обработке водно-органических отходов.
- 15 Перспективы развития мембранных процессов.

**Примерные темы рефератов к разделу «Переработка и обезвреживание жидких радиоактивных и высокотоксичных отходов»**

- 1 Безотходная переработка отходов.
- 2 Особенности переработки твердых радиоактивных отходов.
- 3 Санитарное захоронение отходов.
- 4 Конструкционные особенности полигона для санитарного захоронения отходов.
- 5 Выбор места захоронения высокотоксичных отходов.
- 6 Проблемы захоронения радиоактивных отходов в геологических формациях.
- 7 Переработка радиоактивных отходов. Влияние на человека.
- 8 Решение проблемы утилизации радиоактивных отходов в [страна по выбору студента].

**Контрольные вопросы к лабораторным работам**

**№ 1** «Применение обычного электродиализа для деминерализации разбавленных промышленных растворов»

1. Что такое электродиализ?
2. Что такое концентрационная поляризация, чем вызвано это явление?
3. Чем обусловлено большое количество сульфат-ионов в сточных водах?
4. В каких областях промышленности используются соли серной кислоты?
5. В чем заключался метод определения концентрации сульфат-ионов?

**№ 2** «Холодная стерилизация промышленных стоков баромембранными методами»

1. Какие изменения наблюдаются в природных водных источниках при попадании в них сточных вод?
2. Какие существуют способы очистки сточных вод?
3. Чем характеризуются баромембранные процессы?
4. Какие виды баромембранных процессов Вы знаете? В чем их отличие между собой?
5. Что такое холодная стерилизация?
6. Какие виды стерилизации бывают помимо холодной? Вкратце охарактеризуйте их.
7. Чем может быть вызвано падение потока через мембрану в баромембранной системе?

**№ 3** «Извлечение антиоксидантов из сточных вод пищевых производств с использованием ионообменных материалов»

1. Расскажите о применении мембранных технологий в пищевой промышленности.

2. Что такое фаулинг мембран?
3. Что представляют из себя антиоксиданты и каково их действие на организм человека?
4. Что такое электродиализ?
5. Приведите схему электродиализной ячейки и расскажите, какие процессы протекают при наложении на нее электрического тока.
6. Чем обусловлены ограничения на количество камер в электродиализном аппарате?
7. Что такое концентрационная поляризация? Какие вы знаете сопряженные эффекты концентрационной поляризации?
8. Приведите схематичное изображение экспериментальной установки. Поясните, как идут процессы обессоливания в камерах электродиализатора.
9. Расскажите, каким образом оценивалась эффективность процесса извлечения антиоксидантов из модельного раствора.

**№ 4 «Удаление тяжелых металлов из сточных вод с использованием комбинированной мембранной технологии»**

1. Какие источники загрязнения водоемов существуют?
2. Какие Вы знаете типы загрязнений поверхностных и подземных вод?
3. Какие методы очистки сточных вод существуют, в чем их различие между собой? В каких случаях целесообразнее выбор того или иного метода?
4. Вред, наносимый живым организмам, тяжелыми металлами?
5. Какие технологии мембранного разделения используются для очистки воды?
6. В чем суть фильтрования из тангенциального потока?

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

**Вопросы к зачету:**

- 1 Каковы основные правила формирования систем защиты биосферы?
- 2 Назовите основные подходы, используемые при разработке систем защиты биосферы.
- 3 Какие законы, лежат в основе описания массопереноса физической абсорбции?
- 4 Какие факторы определяют скорость физической и химической абсорбции?
- 5 В чем сущность сульфит-бисульфитного метода поглощения сернистого газа?
- 6 В чем сущность метода адсорбции?
- 7 Каким требованиям должны отвечать вещества, используемые в качестве адсорбентов?
- 8 Что такое изотерма сорбции? Для каких систем она может быть уравнением Лэнгмюра? Для описания каких систем лучше использовать теорию БЭТ?
- 9 Как работают установки с адсорберами периодического действия?
- 10 Каковы принципиальные особенности конструкции адсорберов непрерывного действия?
- 11 Как и почему осуществляют регенерацию адсорбентов?
- 12 Какие критерии лежат в основе выбора методов и схем очистки водных растворов?
- 13 Какое современное оборудование применяют для грубой очистки сточных вод от нерастворимых примесей?
- 14 В чем суть метода флотации и электрофлотации?
- 15 Охарактеризуйте устройства, используемые для отделения нефтепродуктов и жиров от очищенной воды во флотаторах.
- 16 Какие методы повышения эффективности оборудования, предназначенного для очистки от жиров и нефти Вы можете предложить?
- 17 Что такое электролиз? Каковы конструкции простейших электролизеров?



- 18 Какие процессы идут на катоде и аноде электролизера? Приведите примеры окислителей и восстановителей, образующихся в результате протекания электрохимических реакций.
- 19 Что такое концентрационная поляризация? Как снизить её негативное воздействие на процесс переработки растворов в электролизере?
- 20 Что такое «выход по току»? От каких факторов зависит его величина?
- 21 Какой процесс лежит в основе электрохимического обезвреживания цианидов?
- 22 Какой процесс лежит в основе электрохимического удаления из растворов ионов тяжелых металлов?
- 23 В чем преимущества и недостатки электрохимических методов очистки и обеззараживания растворов по сравнению с химическими?
- 24 Чем электрохимическая коагуляция отличается от электрокоагуляции?
- 25 В чем различия между ионным обменом и адсорбцией? Приведите примеры современных систем защиты, использующих эти методы.
- 26 Какие требования и почему предъявляются к ионообменным материалам?
- 27 Какие способы регенерации ионитов Вы знаете?
- 28 Какая технологическая схема с использованием ионного обмена на Ваш взгляд является идеальной для деминерализации растворов, содержащих сильные и слабые электролиты?
- 29 В чем сходства и различия мембранных и химических процессов очистки и разделения веществ?
- 30 Объясните, почему в мембранном пакете электродиализатора, предназначенного для обессоливания растворов, анионообменные мембраны чередуются с катионообменными?
- 31 Как выбрать оптимальную конструкцию каналов обессоливания электродиализаторов?
- 32 Какие механизмы лежат в основе концентрирования разбавленных промышленных стоков электромембранными методами?
- 33 Почему при переработке радиоактивных отходов используют несколько типов конструкций мембранных пакетов электродиализаторов?
- 34 В чем сущность методов микрофльтрации, ультрафльтрации, обратного осмоса?
- 35 Какой из баромембранных методов используют для очистки сточных вод от масел и нефтепродуктов?
- 36 Каков состав биоактивного ила и пленки? Какое оборудование применяют для реализации биохимических методов защиты биосферы?
- 37 Какими факторами (и почему) определяется скорость процесса аэробной очистки?
- 38 Чем поля орошения отличаются от полей фльтрации и биологических прудов?
- 39 Охарактеризуйте основные механизмы нарушения технологии и эксплуатации аэротэнков и биофльтров, а также меры по их устранению.
- 40 Чем биореакторы первого поколения отличаются от биореакторов второго поколения?
- 41 Как осуществляют совместную очистку бытовых и сточных вод?
- 42 Какова стратегия и тактика защиты человека и среды обитания с использованием мембранных методов?
- 43 Каковы основные принципы создания безотходных и малоотходных технологий с использованием мембранных методов (на примере создания замкнутых по воде технологических циклов при производстве полиарамидных волокон)?
- 44 Как осуществляется контроль рН и микроколичеств загрязняющих веществ в атмосфере, гидросфере, литосфере с использованием стеклянных измерительных электродов и селективных электродов с ионообменной поверхностью?
- 45 Каковы основные принципы хроматографического определения микрокомпонентов

в газовых, водных и водно-органических растворах? Как мембранные методы используют для обеспечения заданных значений pH элюентов?

46 Известны ли Вам мембранные методы регенерация абсорбентов (на примере очистки воздуха и метана от диоксида серы и углекислого газа)?

47 Какие методы термической нейтрализации отходящих газов с использованием нано- и микроструктурированных мембран с каталитической составляющей Вам известны?

48 Каковы классические и электрохимические окислительно-восстановительные методы обезвреживания токсичных примесей с использованием мембран (окисление кислородом воздуха, хлорирование, озонирование)?

49 Каковы основные принципы и аппаратное оформление очистки и концентрирования растворов методом электродиализа?

50 В чём суть нейтрализации кислотных стоков и регенерации абсорбентов методом биполярного электродиализа?

51 Как осуществляют рекуперацию твердых отходов методом электродиализа (на примере переработки пластиковых бутылок)?

52 В каких случаях применяют электродиализ с ультрафильтрационными мембранами? Каково аппаратное оформление метода?

53 В чём суть переработки сточных вод масложиркомбинатов, предприятий нефтяной и целлюлозно-бумажной промышленности методами микро- и ультрафильтрации?

54 Каковы принципиальные особенности использования обратного осмоса в комбинированных мембранных методах переработки и обезвреживания жидких радиоактивных отходов?

55 Как используют мембранные методы для извлечения и рекуперации тяжёлых металлов?

56 Почему мембранные технологии являются малоотходными и ресурсосберегающими? В чём их преимущества по сравнению с традиционными методами очистки, фракционирования и концентрирования веществ?

57 Каковы важнейшие типовые процессы защиты среды обитания? Какова последовательность стадий разработки этих процессов?

58 Какие безотходные и ресурсосберегающие технологии использования воды в техносфере Вам известны? Какова концепция безотходного производства?

59 Какие принципы совершенствования существующих производств с использованием мембранных методов Вам известны?

60 Какие важнейшие процессы защиты человека на основе мембранных технологий Вам известны? Какие технологические, экологические и экономические принципы лежат в основе этих технологий?

61 Какие стадии разработки процессов очистки с использованием мембранных технологий Вам известны?

## **Критерии оценивания результатов обучения**

### **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 устного опроса

Рекомендации по оцениванию устных ответов студентов.

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.

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.

### **Критерии оценивания на зачете**

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач. Форма проведения зачета: устно или письменно устанавливается решением кафедры. Результат сдачи зачета заносится преподавателем в зачетную книжку.

**При оценке учитываются следующие качественные показатели ответов:**

- глубина (соответствие изученным теоретическим обобщениям); широта;
- осознанность (соответствие требуемым в программе умениям применять полученную информацию);
- полнота (соответствие объёму программы);
- число и характер ошибок.

### **Зачет**

Оценки «**зачтено**» заслуживает студент, обнаруживший знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «зачтено» выставляется студентам, допустившим погрешности не принципиального характера в ответе на и при выполнении заданий;

Оценка «**не зачтено**» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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 Волков В.А. Теоретические основы охраны окружающей среды. СПб.: Лань, 2015, 256 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/61358/#1>

2 Hoek E.M.V., Tarabara V.V. Encyclopedia of membrane science and technology (in 3 volumes). NJ.: Wiley. – 2013.

3 Мулдер М. Введение в мембранную технологию. М.: Мир, 1999.

4 Пачурин, Г.В. Экологическая оценка возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Пачурин, Е.Н. Соснина, О.В. Маслеева, Е.В. Крюков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 236 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93003>.

### **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 «Физическая химия»

### **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--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

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

## **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 “Мембранные технологии в решении экологических проблем” 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 “Мембранные технологии в решении экологических проблем”.

2. Выполнение самостоятельных работ.

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

4. Сдачи зачета 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. 425с)  | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер  | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд 332с, 328с, 334с, 416с) | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер  | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии (ауд. 328С, 334С)  | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор)<br>Оборудование:<br>1. Учебная лаборатория коллоидной химии (ауд. 328с корп. С, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149).<br>Сканирующий спектрофотометр Leki SS2109UV; Спектрофото-метр Leki SS2107; Микроскоп оптический Altami; Кондуктометр «Экс-перт-002»; Весы аналитические «Adventures Pro»; Турбидиметр Hann; Вискозиметр Brookfield; Вискозиметр капиллярный ВПЖ-2; Весы лабораторные; Весы торсионные; Мешалка с подогревом «Ika C-MAB HS7»; Шейкер лабораторный LS110; рН-метр Hanna HI2211; Мульти-метр; Источник питания постоянного тока стабилизированный Б5-49; Кондуктометр портативный Hanna HI 9033; Насос перистальтический многоканальный; Насос перистальтический одноканальный LS 301; Мульти-тест ИПП-101-1.<br>2. Учебная лаборатория физической химии (ауд. 334с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149). | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | Оснащена необходимым лабораторным оборудованием:<br>Термостат; водяная баня; иономеры; водоструйный вакуумный насос; технические весы; аналитические весы; кондуктометрические ячейки для измерения электропроводности растворов; измерители иммитанса Е7-21. |  |
| 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<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          |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. ауд. 400с, 431с)             | 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          |