

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  
Т.А. Хагуров  
подпись  
» май 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФТД.02 Основы зеленой химии

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) Химия

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Основы зеленой химии» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование.

Программу составил:

Н.В. Лоза, доцент, канд. хим. наук



Рабочая программа дисциплины «Основы зеленой химии» утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 11 от «17» апреля 2023 г. Заведующая кафедрой физической химии Фалина И.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от «17» апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета химии и высоких технологий  
Беспалов А.В.



Рецензенты:

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

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

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Цель дисциплины «Основы зеленой химии» состоит в формировании у студентов ключевых представлений и методологических подходов к усовершенствованию химико-технологических процессов для минимизации их вредного воздействия на окружающую среду. Элективный курс способствует формированию у обучающихся культуры безопасности и рационального природопользования, при этом вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности человека.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- сформировать представление о социальном и политическом значении концепции устойчивого развития;

- ознакомить студентов с возможностями комплексного использования принципов "зелёной химии" и их наиболее рационального применения для решения конкретных производственных задач по созданию технологических схем с минимальной экологической нагрузкой.

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

Дисциплина «Основы зеленой химии» относится к факультативным дисциплинам учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Дисциплина «Основы зеленой химии» базируется на следующих дисциплинах: Аналитическая химия, Физическая химия, Неорганическая химия, Органическая химия, Высшая математика. Дисциплина «Основы зеленой химии» будет способствовать лучшему пониманию и освоению дисциплины «Коллоидная химия».

### **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-2 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в области химических процессов в профессиональной деятельности</b>	
ИПК-2.1. Осваивает и использует теоретические основы современной химии для осуществления педагогической деятельности	-знать -принципы «зелёной химии» и понимать необходимость их соблюдения;
	- знать способы повышения эффективности химических процессов с точки зрения «зеленой» химии.
	- уметь -анализировать возможные риски, возникающие при неправильном обращении с химическими продуктами, веществами и материалами.
ИПК-2.2 Осваивает и использует практические умения и навыки в области химических процессов для осуществления педагогической деятельности	- владеть навыками применения технологий «зеленой химии».

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 2 зачетных единицы (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			5
			Семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>36,2</b>	<b>36,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>36</b>	<b>36</b>
занятия лекционного типа		18	18
лабораторные занятия		18	18
практические занятия		-	-
семинарские занятия		-	-
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>32,8</b>	<b>32,8</b>
Подготовка к текущему контролю		15	15
Подготовка индивидуальных и групповых заданий		22,8	22,8
Подготовка к промежуточному контролю (зачет)		5	5
<b>Контроль:</b>		-	-
		-	-
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>16,2</b>	<b>16,2</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (4 курсе) очной формы обучения.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение. Современная химическая промышленность. Химия в интересах устойчивого развития или «зеленая» химия	4	1		-	3
2.	«Зеленая» химия в действии. Атомная эффективность. Примеры «зелёных» решений при проведении химических реакций	9	4		-	5
3.	Органические растворители и их альтернативы	7	3		-	4
4.	Новые химические структуры и материалы	7	3		-	4
5.	Методы реализации зеленых процессов	23,8	4		10	9,8
6.	Традиционные и нетрадиционные источники энергии	19	4		8	7
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	71,8	18	-	18	55,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	15				
	Общая трудоёмкость по дисциплине	72				

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.	Введение. Современная химическая промышленность. Химия в интересах устойчивого развития или «зеленая» химия	Современная химическая промышленность. Предпосылки создания зеленой химии. Устойчивое развитие и Основы зеленой химии.	Устный опрос
2.	«Зеленая» химия в действии. Атомная эффективность. Примеры «зелёных» решений при проведении химических реакций	Принципы рассмотрения химической реакции с точки зрения зеленой химии. Е-фактор. Атомная эффективность. Оценка жизненного цикла продукта и процесса. Примеры «зелёных» решений при проведении химических реакций. Каталитические «зеленые» процессы.	Устный опрос, выполнение групповых и/или индивидуальных заданий
3.	Органические растворители и их альтернативы	Использование возобновляемых источников сырья для получения энергии и химических продуктов. Синтез химических продуктов на принципах «зеленой» химии. Химические процессы с использованием «зеленых» растворителей. Реакция метатезиса.	Устный опрос, выполнение групповых и/или индивидуальных заданий
4.	Новые химические структуры и материалы	Семейство терпенов: переработка в ароматические вещества. Продукты каталитических превращений лигнина. Новые материалы для протезирования.	Устный опрос, выполнение групповых и/или индивидуальных заданий
5.	Методы реализации зеленых процессов	Примеры реализации зеленых процессов в фармацевтической и полимерной промышленности. «Зеленый» полиэтилен и полимеры из биомассы. Мембранные технологии очистки, разделения и концентрирования веществ.	Устный опрос, выполнение групповых и/или индивидуальных заданий
6.	Традиционные и нетрадиционные источники энергии	Возобновляемые и не возобновляемые источники энергии. Гидро- и ветроэнергетика. Водородная энергетика. Топливные элементы. Химические источники тока.	Устный опрос, выполнение групповых и/или индивидуальных заданий

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

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

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	Методы реализации зеленых процессов	Электромембранное разделение органно-минеральной смеси Проведение реакции двойного обмена методом электролиза Умягчение воды методом мембранного электролиза Изучение работы гибридной бароэлектромембранной установки для получения сверхчистой воды	Защита лабораторной работы, включающая проверку письменного отчета по лабораторной

		Очистка коллоидных растворов биологически-активных веществ и лекарственных препаратов от минеральных примесей методом диализа	работе и устный и/или письменный опрос
2.	Традиционные и нетрадиционные источники энергии	Измерение вольтамперной характеристики мембранно-электродного блока топливного элемента	Защита лабораторной работы, включающая проверку письменного отчета по лабораторной работе и устный
Измерение вольтамперной характеристики мембранно-электродного блока топливного элемента			
Расчет токов обмена по водороду границ электрод-полиэлектролит в мембранно-электродном блоке		и/или письменный опрос	
Определение удельной электропроводности твердого полиэлектролита топливного элемента			

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрены.

### 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	Подготовка индивидуальных и групповых заданий разделам 1-5	1. Ларионов, Н. М. Промышленная экология [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2015. 381 с. Режим доступа: <a href="https://biblioonline.ru/book/E7492A42-9F3E-4872-AC6FA1B11F2C17D5">https://biblioonline.ru/book/E7492A42-9F3E-4872-AC6FA1B11F2C17D5</a> 2. Материалы ресурса <a href="http://www.greenchemistry.ru/">http://www.greenchemistry.ru/</a> - Научно образовательный центр «Химия в интересах устойчивого развития - Основы зеленой химии» 3. ГОСТ Р ИСО 14040-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура“ (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 25.03.2010 N 39-ст
2	Подготовка индивидуальных и групповых заданий разделу 6	Козадеров, О.А. Современные химические источники тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.А. Козадеров, А.В. Введенский. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань 2017. 132 С. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/W90858">https://e.lanbook.com/book/W90858</a> . Загл. с экрана.
3	Подготовка к текущему контролю	1. Ларионов, Н. М. Промышленная экология [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2015. - 381 с. - <a href="https://biblioonline.ru/book/WE7492A42-9F3E-4872-AC6F-A1B11F2C17D5">https://biblioonline.ru/book/WE7492A42-9F3E-4872-AC6F-A1B11F2C17D5</a> 2. Годымчук, А. Ю. Экология наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельева, А. П. Зыкова. - М. : Лаборатория знаний, 2015. - 275 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/66234">https://e.lanbook.com/book/66234</a> 3. Козадеров, О.А. Современные химические источники тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.А. Козадеров, А.В. Введенский. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань 2017. 132 С. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/90858">https://e.lanbook.com/book/90858</a> . Загл. с экрана. 4. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, НВ. Лоза. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

4	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	1. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия. // Мембранная электрохимия: учебное пособие. Издательство-полиграфический центр КубГУ, г. Краснодар. 2019. 290 с 2. Мембранные и сорбционные процессы в медико-биологической практике: лабораторный практикум / Н.А. Кононенко. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2020. 3. Фалина И.В., Лоза Н.В., Бровкина М.А., Лоза С.А. Физико-химические основы инновационных технологий // Физико-химические основы инновационных технологий: лабораторный практикум. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021.
5	Подготовка к зачету	1. Ларионов, Н. М. Промышленная экология [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2015. - 381 с. - <a href="https://biblioonline.ru/booWE7492A42-9F3E-4872-AC6F-A1B11F2C17D5">https://biblioonline.ru/booWE7492A42-9F3E-4872-AC6F-A1B11F2C17D5</a>

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

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: проблемное обучение, подготовка групповых и индивидуальных заданий, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (разбора конкретных ситуаций) 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.

### **3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Основы зеленой химии».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ситуационных задач и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

### 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	ИПК-2.1. Осваивает и использует теоретические основы современной химии для осуществления педагогической деятельности	ПК-2 (знать)	Вопросы для устного опроса, групповое задание	Вопрос на зачете 1-3
2	ИПК-2.1. Осваивает и использует теоретические основы современной химии для осуществления педагогической деятельности	ПК-2 (знать, уметь)	Вопросы для устного опроса, индивидуальное задание	Вопрос на зачете 6-8
3	ИПК-2.1. Осваивает и использует теоретические основы современной химии для осуществления педагогической деятельности	ПК-2 (знать, уметь)	Вопросы для устного опроса, индивидуальное/групповое задание	Вопрос на зачете 19-10
4	ИПК-2.1. Осваивает и использует теоретические основы современной химии для осуществления педагогической деятельности	ПК-2 (уметь)	Вопросы для устного опроса, индивидуальное/групповое задание	Вопрос на зачете 11-14
5	ИПК-2.1. Осваивает и использует теоретические основы современной химии для осуществления педагогической деятельности	ПК-2 (знать, уметь)	Вопросы для устного опроса, индивидуальное/групповое задание	Вопрос на зачете 15-18
	ИПК-2.2 Осваивает и использует практические умения и навыки в области химических процессов для осуществления педагогической деятельности	ПК-2 (владеть)	Выполнение и защита лабораторных работ	



	ИПК-2.1. Осваивает и использует теоретические основы современной химии для осуществления педагогической деятельности	ПК-2 (знать, уметь)	Вопросы для устного опроса.	Вопрос на зачете 19-29
6	ИПК-2.2 Осваивает и использует практические умения и навыки в области химических процессов для осуществления педагогической деятельности	ПК-2 (владеть)	Выполнение и защита лабораторных работ	

**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**  
**Примерный перечень вопросов и заданий**

**Вопросы для устного контроля знаний по разделу № 1 «Введение. Современная химическая промышленность. Химия в интересах устойчивого развития или «зеленая» химия»**

1. Сформулируйте двенадцать принципов «зеленой» химии, которыми следует руководствоваться исследователям, работающим в данной области.
2. На какие два направления можно разделить проблемы, находящиеся в компетенции «зеленой» химии? Охарактеризуйте их.
3. Перечислите основные вещества, загрязняющие воздух в городах России и укажите их источники.
4. По каким признакам можно классифицировать промышленные технологии?
5. Дайте краткую характеристику сырьевой базы РФ.
6. Поясните термин «устойчивое развитие».
7. Дайте несколько определений термину «Основы зеленой химии».

**Вопросы для устного контроля знаний по разделу № 2 «Зеленая» химия в действии. Атомная эффективность. Примеры «зелёных» решений при проведении химических реакций»**

1. Какие количественные оценки применяются в зеленой химии?
2. Приведите примеры процессов со 100 % атомной эффективностью.
3. Назовите четыре фазы методологии оценки жизненного цикла (ОЖЦ) продукта. Какой нормативный документ описывает общую структуру, принципы и требования к проведению исследований ОЖЦ?
4. Поясните термины «каталитический процесс» и «стехиометрический процесс».
5. Что такое катализ?
6. Почему каталитические процессы могут считаться более «зелеными» по сравнению со стехиометрическими?

**Вопросы для устного контроля знаний по разделу № 3 «Органические растворители и их альтернативы»**

1. Какие основные преимущества применения биомассы вы знаете?
2. Приведите примеры возможного сырья для биотоплива.
3. Приведите три стратегии получения химических продуктов из вторичной биомассы.

4. Дайте определение понятию сверхкритический флюид и опишите особенности этого состояния.
5. Каковы основные достоинства и недостатки использования в качестве растворителя сверхкритических жидкостей?
6. Что означает термин ионная жидкость?
7. Каковы основные достоинства и недостатки использования в качестве растворителя ионных жидкостей?
8. Приведите примеры возможного промышленного применения ионных жидкостей в качестве растворителей.
9. Что такое механохимия?
10. Реакция метатезиса и ее значение для развития органического синтеза.

**Вопросы для устного контроля знаний по разделу № 4  
«Новые химические структуры и материалы»**

1. Какие промышленно значимые продукты можно получать из терпенов?
2. Какие промышленно значимые продукты можно получать из лигнина?
3. Какие требования предъявляются к материалам для протезирования?
4. Приведите примеры современных материалов для протезирования.

**Вопросы для устного контроля знаний по разделу № 5  
«Методы реализации зеленых процессов»**

1. Какие мембранные методы Вы знаете?
2. Что такое электродиализ?
3. Какие мембраны используются для проведения электродиализа?
4. Чем мембранный электролиз отличается от электродиализа?
5. Какие мембраны используются для проведения мембранного электролиза?
6. Как контролируется процесс электродиализа?
7. Какие параметры используются для оценки эффективности электродиализа?
8. Какие компоненты растворов можно разделять с помощью электродиализа?
9. Для разделения каких органно-минеральных смесей может быть использован электродиализ?

**Вопросы для устного контроля знаний по разделу № 6  
«Традиционные и нетрадиционные источники энергии»**

1. Какие основные экологические проблемы использования нефтепродуктов в качестве топлива Вы знаете?
2. Гидроэнергетика. Гидроэлектростанции, приливные электростанции. МГДгенераторы.
3. Ветроэнергетика. Ветроэлектростанции.
4. Солнечная энергия. Типы солнечных батарей.
5. Использование тепловой энергии Солнца.
6. Геотермальная энергетика. Тепловые станции.
7. Энергия вращения Земли и ее магнитного поля.
8. Водородная энергетика.
9. Объясните принцип работы топливных элементов.
10. Перечислите типы применяемых в топливных элементах мембран и их основные свойства мембран.
11. Перечислите основные проблемы получения и хранения водорода для топливных элементов.
12. Какие способы накопления энергии для альтернативных источников периодического действия Вы знаете?
13. Что такое химические источники тока?
14. Объясните принцип работы гальванического элемента.

15. Биотопливо растительного и животного происхождения. Рапс. Смесь E85.

**Групповое задание по разделу № 2  
«Веленая» химия в действии. Атомная эффективность. Примеры «зелёных» решений  
при проведении химических реакций»**

Прокомментируйте данные, приведенные в таблице  
E-фактор и масштабы химических производств<sup>1</sup>

Отрасль промышленности	Производство, тонн/г	E-фактор (отношение количества побочных продуктов к количеству нужных продуктов)
Нефтепереработка	106-108	менее 1
Основные химические продукты	104-106	1-5
Продукты тонкого синтеза	102-104	5-50
Фармацевтические препараты	10-103	25-100 и более

На основании данных, приведенных в таблице, подтвердите или опровергните утверждение, что те отрасли промышленности, которые считают грязными, на самом деле относительно чистые. Новые отрасли, с высокой нормой прибыли, и в которых применяют более сложные химические процессы, являются относительно более грязными.

Данное задание может выполняться в том числе как индивидуальное (в качестве самостоятельной работы с последующим контролем в течении аудиторного занятия).

**Пример индивидуального задания по разделу № 2  
«Веленая» химия в действии. Атомная эффективность. Примеры «зелёных» решений  
при проведении химических реакций»**

Для приведенного технологического процесса заполните таблицу:

Процесс	Исходные реагенты	Отходы

И рассчитайте E-фактор данного процесса.

**Пример задания по разделу № 3  
«Органические растворители и их альтернативы»**

Выполните сравнение традиционного и нового способов синтеза ибупрофена с точки зрения зеленой химии.

Задание может выполняться в малых группах студентов или индивидуально как самостоятельная работа с последующим контролем во время контактной работы с преподавателем.

**Тест по разделу № 6 «Традиционные и нетрадиционные источники энергии»**

**Вопрос 1**

Как называется энергия из источников, которые по человеческим масштабам являются неисчерпаемыми?

Варианты ответов

<sup>1</sup> из материалов сайта «Сервер дистанционного обучения химического факультета МГУ» <http://vle3.chem.msu.ru/my>

- Обыкновенная
- Невозобновляемая
- Возобновляемая
- Необыкновенная

Вопрос 2

Какая из перечисленных стран - лидер в сфере солнечной энергетики?

Варианты ответов

- США
- Германия
- Россия
- Франция

Вопрос 3

К альтернативным или как их ещё иногда называют возобновляемым источникам энергии относят

Варианты ответов

- ископаемые виды топлива
- ветровую энергию
- солнечную энергию
- геотермальную энергию
- энергии приливов и волн

Вопрос 4

Сейчас такую энергетику эффективно используют следующие страны: США, Италия, Исландия, Мексика, Япония, Новая Зеландия, Россия, Филиппины, Венгрия, Сальвадор

Варианты ответов

- геотермальная энергетика
- солнечная энергетика
- гидроэнергетика
- ветроэнергетика

Вопрос 5

Напишите в каком году в Белгородской области была построена первая солнечная электростанция

Вопрос 6

Как ещё называют солнечную энергетику?

Вопрос 7

Возобновляемую энергию получают из природных ресурсов - таких как...

Варианты ответов

- дождь, приливы
- солнечный свет, ветер
- природный газ, торф уголь, нефть

Вопрос 8

Назовите основное преимущество возобновляемых источников энергии.

Варианты ответов

- исчерпаемость
- труднодоступность
- неисчерпаемость
- экологическая чистота

Вопрос 9

Согласны ли вы с выражением - Энергия, производимая солнцем, настолько сильна, что 1 час дневного света в жаркий день содержит больше энергии, чем весь мир потребляет за 1 год.

Варианты ответов

- да

нет

### **Вопросы для подготовки к защите лабораторных работ по разделу 5.**

1. Какие реакции называются реакциями двойного обмена?
2. Какую роль выполняют ионообменные мембраны при проведении реакций двойного обмена методом электродиализа?
3. Какие типы ионообменных мембран можно использовать для проведения реакции двойного обмена?
4. Можно ли проводить процесс электродиализа в потенциостатическом режиме?
5. Какие параметры необходимо контролировать в процессе электродиализа?
6. Какие реакции протекают в электродных камерах электродиализной ячейки?
7. Какие процессы протекают в системе при мембранном электролизе?
8. Почему для мембранного электролиза используется только мембрана на перфторированной матрице?
9. Какие компоненты воды придают ей жесткость?
10. Какие способы умягчения воды вы знаете?
11. Почему происходит умягчение воды в процессе мембранного электролиза?
12. Изменяется ли общее солесодержание воды после мембранного электролиза?
13. Как изменяется рН воды в камерах электролизера?
14. Какие еще продукты могут получаться на аноде в процессе электролиза, и какое влияние это может оказывать на качество воды?
15. Чем отличается коллоидный раствор от истинного раствора?
16. Какой режим называется стационарным?
17. Дайте определение плотности потока и укажите ее размерность.
18. Почему для очистки лекарственных препаратов используют метод диализа?
19. Какие мембранные методы очистки воды Вы знаете? Какие движущие силы у этих процессов?
20. В чем отличие между фильтрационными и электродиализными мембранами?
21. Какие элементы включает гибридная бароэлектромембранная установка для получения сверхчистой воды?
22. Объясните функциональное назначение каждого элемента установки, опишите процессы, протекающие на каждом этапе очистки и укажите характер удаляемых примесей.

### **Вопросы для подготовки к защите лабораторных работ по разделу 6.**

1. Какие электрохимические характеристики позволяют оценить эффективность работы ТЭ?
2. Для чего проводится очистка и увлажнение газов перед подачей в ТЭ? Как осуществляется этот процесс?
3. Какие требования предъявляются к мембранам, используемым в ТЭ?
4. Какова цель модифицирования мембран для применения в ТЭ?
5. Какая смесь называется каталитическими чернилами и как ее приготовить?
6. Как можно оценить эффективность катализатора для электрохимических реакций, протекающих в ТЭ?
7. Почему протонная проводимость ионообменной мембраны, измеренная в топливном элементе ниже, чем в растворе?

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)**

#### **Вопросы для подготовки к зачету**

1. Современная химическая промышленность и предпосылки создания зеленой химии.
2. Сформулируйте двенадцать принципов «зеленой» химии, которыми следует

руководствоваться исследователям, работающим в данной области.

3. Перечислите основные вещества, загрязняющие воздух в городах России и укажите их источники.
4. Классификация промышленных технологий.
5. Дайте краткую характеристику сырьевой базы РФ.
6. Принципы рассмотрения химической реакции с точки зрения зеленой химии. E-фактор. Атомная эффективность.
7. Оценка жизненного цикла продукта и процесса.
8. Сравнительная характеристика каталитических и стехиометрических процессов.
9. Биомассы как сырье для различных процессов.
10. Стратегии получения химических продуктов из вторичной биомассы.
11. Сверхкритические флюиды и их применение в качестве растворителей.
12. Ионные жидкости и их использования в качестве растворителей.
13. Механохимия.
14. Реакция метатезиса и ее значение для развития органического синтеза.
15. Классификация мембранных методов.
16. Баромембранные процессы и мембраны.
17. Электромембранные методы разделения и концентрирования растворов электролитов.
18. Мембранный электролиз.
19. Экологические проблемы использования нефтепродуктов в качестве топлива.
20. Гидроэнергетика. Гидроэлектростанции, приливные электростанции. МГД генераторы
21. Ветроэнергетика. Ветроэлектростанции.
22. Солнечная энергия. Типы солнечных батарей.
23. Использование тепловой энергии Солнца. 24. Геотермальная энергетика. Тепловые станции.
25. Энергия вращения Земли и ее магнитного поля.
26. Водородная энергетика.
27. Топливные элементы. Проблемы получения и хранения водорода для топливных элементов.
28. Химические источники тока.
29. Биотопливо растительного и животного происхождения.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает принципы «зелёной химии» и понимает необходимость их соблюдения, демонстрирует умение проводить оценку возможных рисков при неправильном обращении с химическими продуктами, веществами и материалами и владеет навыками в области производства и потребление химических продуктов с минимальным экологическим ущербом на всех стадиях производства: от потребления энергии и до утилизации отходов. Ответы целостные и полные, студент уверенно владеет материалом и допускает только незначительные ошибки в ответе.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется в описании принципов «зелёной химии», не понимает необходимость их соблюдения, не может привести конкретные примеры процессов, соответствующих этим принципам, затрудняется в оценке возможных рисков при неправильном обращении с химическими продуктами, веществами и материалами.

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. Ларионов, Н. М. Промышленная экология [Электронный ресурс] : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2015. - 381 с. - <https://biblio-online.m/booWE7492A42-9F3E-4872-AC6FMвт 1F2C17D5>

2. Годымчук, А. Ю. Экология наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельева, А. П. Зыкова. - М. : Лаборатория знаний, 2015. - 275 с. <https://e.lanbook.com/boold66234>

3. Козадеров, О.А. Современные химические источники тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.А. Козадеров, А.В. Введенский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань 2017. 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/booW90858>. Загл. с экрана.

4. Кононенко Н.А., Демина О.А., Лоза Н.В., Фалина И.В., Шкирская С.А. Мембранная электрохимия. // Мембранная электрохимия: учебное пособие. Издательство-полиграфический центр КубГУ, г. Краснодар, 2019. 290 с

5. Мембранные и сорбционные процессы в медико-биологической практике: лабораторный практикум / Н.А. Кононенко. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2020.

6. Фалина И.В., Лоза Н.В., Бровкина М.А., Лоза С.А. Физико-химические основы инновационных технологий // Физико-химические основы инновационных технологий: лабораторный практикум. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021.

### **5.2. Периодическая литература**

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

**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» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNIANIUM.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.prlib.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**

1. 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. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Журнал "Экология и жизнь" <http://www.ecolife.ru>
13. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ) <http://www.gpntb.ru/>
14. <http://www.chemnet.ru> Химическая информационная сеть



15. <http://ipb.mos.ru/ttb/index.html> Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности"
16. <http://econavt.ru/instrukcii-po-ohrane-truda/dokumenty> - База нормативных документов по охране труда.
17. <http://gostexpert.ru> - Единая база гостей РФ
18. <http://www.fips.ru> - Федеральный институт патентной собственности
19. <http://www.viniti.msk.su/> - Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)
20. <http://www.icsti.su/portal/index.html> - Международный центр научной и технической информации (МЦНТИ)
21. <http://www.vntic.org.ru/> - Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИЦ)
22. <http://www.gpntb.ru/> - Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ)
23. <http://www.uspto.gov/web/menu/search.html> - База данных патентов США
24. <http://www.epo.org/searching/free/espacenet.html> - База данных патентов более 70 стран мира
25. <http://www.i-r.ru/> - журнал "Изобретатель и рационализатор"
26. <http://www.intelpress.ru/> - журнал "Интеллектуальная собственность"
27. <http://patents-and-licences.webzone.ru/index.html> - журнал «Патенты и лицензии»
28. <http://www.patentinfo.ru/> - журнал «Патентный поверенный»
29. [http://www.tehlit.ru/1lib\\_norma\\_doc/6/6965/index.htm](http://www.tehlit.ru/1lib_norma_doc/6/6965/index.htm) Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция) (официальное издание утверждено Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике от 21.06.1999 г. № ВК 477), М., Экономика, 2000 г.

#### ***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. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

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

Методические указания к выполнению индивидуальных и групповых заданий. Выполнение групповых и индивидуальных домашних заданий является обязательной формой самостоятельной работы студентов и предполагает подготовку индивидуальных или групповых (на усмотрение преподавателя) заданий и докладов по результатам их выполнения с обязательной мультимедийной презентацией.

Требования к докладу:

наличие мультимедийной презентации с иллюстративным материалом;  
доклад должен быть выполнен грамотно, с соблюдением культуры изложения;  
обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу.

Время доклада 3-5 минут.

При проверке заданий и доклада преподавателем оцениваются:

- Знание фактического материала, усвоение общих представлений, понятий по теме реферата, а также по изучаемой дисциплине;

- Степень обоснованности аргументов и обобщений, логичность и последовательность изложения материала, корректность аргументации, характер и достоверность примеров, способность к обобщению, широта кругозора автора.
- Культура изложения и оформления материала;
- Умение чётко и логично доложить основные результаты работы;
- Качество и информативность иллюстрационного материала;
- Умение грамотно, чётко отвечать на вопросы и вести аргументированную дискуссию. По результатам защиты выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

#### Выполнение лабораторных работ

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

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

После выполнения всех этих этапов лабораторная работа считается выполненной.

#### Подготовительный этап

Перед занятием обучающимся необходимо подготовиться к выполнению лабораторной работы. Теоретическая подготовка необходима для проведения эксперимента и должна проводиться обучающимися в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к лабораторной работе. Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета в лабораторном журнале со следующим порядком записей:

Название работы.

Цель работы.

Оборудование.

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

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

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

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

Затем обучающиеся выполняют экспериментальный этап лабораторной работы, в ходе которого записываются все измеренные величины с обязательным указанием их размерности в лабораторный журнал. **Не допускается использование черновиков для**

**записи экспериментальных данных, запись карандашом и иные способы, дающие возможность корректировки полученных результатов.** В случае, если в методических указаниях к лабораторной работе предложены таблицы или шаблон для записи экспериментальных данных, то заполняются эти таблицы или шаблон. В ином случае запись экспериментальных данных делается студентом в произвольной форме.

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

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

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

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

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

При подготовке к защите лабораторной работы необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы, которые имеются после каждой лабораторной работы. Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса(ов) излучающихся в ходе работы. Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие, правильные ответы.

#### **Защита лабораторной работы**

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

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

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

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

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows 8, 10 Microsoft Office Professional Plus
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель	-

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 Комплект специализированной мебели: компьютерные столы 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 8, 10 Microsoft Office Professional Plus
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.140с)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы 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 8, 10 Microsoft Office Professional Plus