

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Хагуров Т.А.

подпись

«27» апреля 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.02 ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Физическая химия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины «Зеленая химия» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, утвержденным приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 N 210 по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата) и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль Физическая химия.

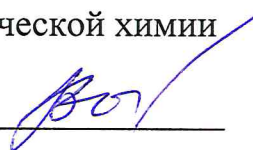
Рабочую программу составили:

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



Рабочая программа утверждена на заседании кафедры (выпускающей) физической химии «10» апреля 2018 г, протокол № 11.

Заведующий кафедрой (выпускающей) физической химии
д-р хим. наук,
профессор Заболоцкий В.И



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

Председатель УМК факультета
доцент, канд. хим. наук Стороженко Т.П.



Эксперты:

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

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

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Цель дисциплины «Зеленая химия» 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 в структуре образовательной программы

Дисциплина «Зеленая химия» относится к вариативной части Блока «Факультативы» учебного плана направления подготовки 04.03.01 Химия. Дисциплина «Зеленая химия» базируется на следующих дисциплинах: Аналитическая химия, Физическая химия, Неорганическая химия, Органическая химия, Высшая математика. Дисциплина «Зеленая химия» будет способствовать лучшему пониманию и освоению дисциплин «Высокомолекулярные соединения», «Перспективные неорганические материалы со специальными функциями».

1.4 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции ОПК-3, ПК-4.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
	ОПК-3	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	принципы "зелёной химии" и понимать необходимость их соблюдения	анализировать возможные риски, возникающие при неправильном обращении с химическими продуктами, веществами и материалами	
	ПК-4	способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	способы повышения эффективности химических процессов с точки зрения «зелёной» химии.		

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			5			
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		18,2	18,2			
Занятия лекционного типа		18	18	-	-	-
Лабораторные занятия		-	-	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		53,8	53,8			
Подготовка индивидуальных и групповых заданий		38,8	38,8	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		15	15	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-	-
	в том числе контактная работа	18,2	18,2			
	зач. ед	2	2			

2.2 Структура дисциплины

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Современная химическая промышленность. Химия в интересах устойчивого развития или «зеленая» химия	8	2		-	6
2.	«Зеленая» химия в действии. Атомная эффективность. Примеры «зелёных» решений при проведении химических реакций.	14	4		-	10
3.	Органические растворители и их альтернативы	12	2		-	10
4.	Новые химические структуры и материалы	10	2		-	8
5.	Методы реализации зеленых процессов	12	4			8
6.	Традиционные и нетрадиционные источники энергии	15,8	4		-	11,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	71,8	18		-	53,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Современная химическая промышленность. Химия в интересах устойчивого развития или «зеленая» химия	Современная химическая промышленность. Предпосылки создания зеленой химии. Устойчивое развитие и зеленая химия.	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.	Устный опрос, выполнение групповых и/или индивидуальных заданий
		Оценка жизненного цикла продукта и процесса. Примеры «зелёных» решений при проведении химических реакций. Каталитические «зеленые» процессы.	
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.	Устный опрос, выполнение групповых и/или индивидуальных заданий
		Мембранные технологии очистки, разделения и концентрирования веществ.	
6.	Традиционные и нетрадиционные источники энергии	Возобновляемые и не возобновляемые источники энергии. Гидро- и ветроэнергетика.	Устный опрос, выполнение групповых и/или индивидуальных заданий
		Водородная энергетика. Топливные элементы. Химические источники тока.	

2.3.2 Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия- учебным планом не предусмотрены

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) 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	2	3
1	Подготовка индивидуальных и групповых заданий к разделам 1-5	<p>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://biblionline.ru/book/E7492A42-9F3E-4872-AC6F-A1B11F2C17D5</p> <p>2. Материалы ресурса http://www.greenchemistry.ru/ - Научно-образовательный центр «Химия в интересах устойчивого развития - зеленая химия»</p> <p>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)</p>
	Подготовка индивидуальных и групповых заданий к разделу 6	<p>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/book/90858. — Загл. с экрана.</p>
3	Подготовка к текущему контролю	<p>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://biblionline.ru/book/E7492A42-9F3E-4872-AC6F-A1B11F2C17D5</p> <p>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/book/66234</p> <p>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/book/90858. — Загл. с экрана.</p> <p>4. 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.</p>
4	Подготовка к зачету	<p>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://biblionline.ru/book/E7492A42-9F3E-4872-AC6F-A1B11F2C17D5</p> <p>2. Годымчук, А. Ю. Экология наноматериалов [Электронный</p>

		<p>ресурс] : учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельева, А. П. Зыкова. - М. : Лаборатория знаний, 2015. - 275 с. - https://e.lanbook.com/book/66234</p> <p>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/book/90858. — Загл. с экрана.</p> <p>4. 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.</p>
--	--	---

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья 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

Для формирования компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. Для всех лекций имеются мультимедийные презентации по теме занятия.

Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности обучающихся по их разрешению приводит к творческому овладению знаниями, умениями, навыками, развитию мыслительных способностей. Работа с электронными базами данных, подготовка индивидуальных и групповых заданий и отчет в форме доклада на семинаре, включающая ответы на вопросы и/или дискуссию, дискуссии по обсуждаемым вопросам и традиционный устный опрос.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Текущий контроль знаний осуществляется на каждом аудиторном занятии в виде устного опроса, обсуждения дискуссионных вопросов, в том числе по индивидуальным и групповым заданиям студентов. Письменный контроль осуществляется в виде индивидуальных заданий студентов. По индивидуальным заданиям студенты кроме письменного отчета также готовят краткое устное сообщение на 3-5 минуты с обязательным демонстрационным материалом.

Устное сообщение по итогам выполнения группового или индивидуального задания

представляет собой краткое (3-5 мин) изложение сути выполненной работы, сопровождающееся компьютерной презентацией. Последняя должна включать не более 5 слайдов.

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 «зеленая химия».

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. МГД-генераторы
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 «Зеленая» химия в действии. Атомная эффективность. Примеры «зелёных» решений при проведении химических реакций»

Прокомментируйте данные, приведенные в таблице

E-фактор и масштабы химических производств*

Отрасль промышленности	Производство, тонн/г	Е-фактор (отношение количества побочных продуктов к количеству нужных продуктов)
Нефтепереработка	10^6 - 10^8	Менее 0,1
Основные химические продукты	10^4 - 10^6	1-5
Продукты тонкого синтеза	10^2 - 10^4	5-50
Фармацевтические препараты	10 - 10^3	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.

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

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
«Зеленая» химия в действии. Атомная эффективность. Примеры «зелёных» решений при проведении химических реакций»**

Для приведенного технологического процесса заполните таблицу:

Процесс	Исходные реагенты	Отходы

И рассчитайте Е-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.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету по дисциплине

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. Е-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.

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине. Зачет по прослушанному курсу может быть выставлен на основании оценки деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, текущему контролю успеваемости (устный опрос) и результатам выполнения групповых и индивидуальных заданий. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий. Студенты, у которых количество пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины. Для получения зачета обучающийся должен дать удовлетворительные ответы на все вопросы.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, ответы целостные и полные, студент уверенно владеет материалом и допускает только незначительные ошибки в ответе.

- оценка «не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, у студента не сформировано целостное представление о социальном и политическом значении концепции устойчивого; он затрудняется в описании возможностей комплексного использования

принципов "зелёной химии" и их наиболее рационального применения для решения конкретных производственных задач по созданию технологических схем с минимальной экологической нагрузкой.

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 зачете;
- 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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная 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.ru/book/E7492A42-9F3E-4872-AC6F-A1B11F2C17D5>
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/book/66234>
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/book/90858>. — Загл. с экрана.

5.2 Дополнительная литература

Биометаллоорганическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 505 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66354>. — Загл. с экрана.

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

5.3 Периодические издания

1. Успехи химии
2. Успехи современного естествознания

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

1. <http://www.greenchemistry.ru/> - Научно-образовательный центр «Химия в интересах устойчивого развития - зеленая химия»
2. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> Библиотека на официальном сайте Российского фонда фундаментальных исследований
3. <http://минобрнауки.рф> – Министерство образования и науки Российской Федерации
4. <http://government.ru/> - Правительство РФ
5. <http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка».
6. <http://www.sciencedirect.com> – полнотекстовая научная база данных международного издательства Elsevier.
7. <http://apps.webofknowledge.com/> - мультидисциплинарная реферативно-библиографическая база данных Института научной информации США (Institute for Scientific Information, ISI), представленная на платформе Web of Knowledge компании Thompson Reuters.
8. www.scopus.com - Scopus (SciVerse Scopus) мультидисциплинарная библиографическая и реферативная база данных, созданная издательской корпорацией Elsevier.

7. 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».

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

8.1 Перечень информационных технологий

Использование электронных презентаций при проведении аудиторных занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

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

8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека
2. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория (ауд. 322с, 416с, 126с, 422с), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для демонстрации мультимедийных презентаций.
2.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (ауд. 322с, 416с, 126с, 422с)
3.	Самостоятельная работа	Аудитории, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (400с, 401с, 431с, 329с)