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.
подпись
"23" мая _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.02 ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Органическая и биоорганическая химия

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Зеленая химия» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, утвержденным приказом Минобрнауки России от 17.07.2017 N 671 по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профессиональным стандартом "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам" и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профиль Органическая и биоорганическая химия.

Рабочую программу составили:
Н.В. Лоза, доцент кафедры
физической химии, канд. хим. наук _____

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры (разработчика) физической химии «29» апреля 2019 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой (разработчика)
физической химии Заболоцкий В.И _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры органической химии и технологий «13» мая 2019 г, протокол № 14.

И.о. заведующего кафедрой органической химии
и технологий Кузнецова С.В. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 6 от «16» мая 2019 г.
Председатель УМК факультета
Стороженко Т.П. _____

Эксперты:

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

Петров Н.Н., канд. хим. наук, генеральный директор ООО “Интеллектуальные композиционные решения”

1 Цели и задачи 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 факультативным дисциплинам 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 ПК-2.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1	ПК-2	Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	-принципы "зелёной химии" и понимать необходимость их соблюдения; - способы повышения эффективности химических процессов с точки зрения «зеленой» химии.	-анализировать возможные риски, возникающие при неправильном обращении с химическими продуктами, веществами и материалами	

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение

по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			5	___		
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		**16**	**16**			
Занятия лекционного типа		-	-	-	-	-
Лабораторные занятия		16	16	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		**55,8**	**55,8**			
Подготовка к текущему контролю		25,8	25,8	-	-	-
Подготовка индивидуальных и групповых заданий		20	20			
Подготовка к промежуточному контролю (зачет)		10	10			
Контроль:						
Общая трудоемкость	**час.**	**72**	**72**	**-**	**-**	**-**
	в том числе контактная работа	**16,2**	**16,2**			
	зач. ед	**2**	**2**			

2.2 Структура дисциплины

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Современная химическая промышленность. Химия в интересах устойчивого развития или «зеленая» химия	8	1		-	7
2.	«Зеленая» химия в действии. Атомная эффективность. Примеры «зелёных» решений при проведении химических реакций.	14	3		-	11
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
	Итого по разделам дисциплинам:	71,8	16		-	55,8
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Общая трудоемкость по дисциплине	72				

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	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. Материалы ресурса http://www.greenchemistry.ru/ - Научно-образовательный центр «Химия в интересах устойчивого развития - зеленая химия» 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)
	Подготовка индивидуальных и групповых заданий к 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: https://e.lanbook.com/book/90858. — 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. - 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. 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.
4	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. - 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. 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.

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 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, осваивающих программу данной учебной дисциплины.

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий, доклада по проблемным вопросам, индивидуальные и групповые задания и промежуточной аттестации в форме вопросов к экзамену.

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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение. Современная химическая промышленность. Химии в интересах устойчивого развития или «зеленая» химия	ПК-2 (знать)	Вопросы для устного опроса, групповое задание	Вопрос на зачете 1-5
2	"Зеленая" химия в действии. Атомная эффективность. Примеры "зелёных" решений при проведении химических реакций.	ПК-2 (знать, уметь)	Вопросы для устного опроса, индивидуальное задание	Вопрос на зачете 6-8
3	Органические растворители и их альтернативы	ПК-2 (знать, уметь)	Вопросы для устного опроса, индивидуальное/ групповое задание	Вопрос на зачете 9-10
4	Новые химические структуры и материалы	ПК-2 (уметь)	Вопросы для устного опроса, индивидуальное/ групповое задание	Вопрос на зачете 11-14

5	Методы реализации зеленых процессов	ПК-2 (знать, уметь)	Вопросы для устного опроса, индивидуальное/ групповое задание	Вопрос на зачете 15-18
6	Традиционные и нетрадиционные источники энергии	ПК-2 (знать, уметь)	Вопросы для устного опроса, тест	Вопрос на зачете 19-29

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**		
	пороговый	**базовый**	**продвинутый**
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-2)	*Знает* в основном принципы "зелёной химии" с некоторыми пробелами и понимает необходимость их соблюдения	*Знает* в целом принципы "зелёной химии" с некоторыми несущественными недочетами и понимает необходимость их соблюдения.	*Знает* в полном объёме принципы "зелёной химии" и понимает необходимость их соблюдения.
	В целом *знает* способы повышения эффективности химических процессов с точки зрения «зеленой» химии, но допускает некоторые ошибки	*Знает* способы повышения эффективности химических процессов с точки зрения «зеленой» химии с несущественными неточностями	*Знает* способы повышения эффективности химических процессов с точки зрения «зеленой» химии.
	Умеет анализировать возможные риски для при условии, что будет дана конкретная информация о неправильном обращении с химическими продуктами, веществами и материалами.	*Умеет* анализировать возможных рисков при неправильном обращении с химическими продуктами, веществами и материалами, но не всегда может самостоятельно проанализировать все возможные варианты	*Умеет* анализировать возможные риски, возникающие при неправильном обращении с химическими продуктами, веществами и материалами.

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

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»

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2 Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

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»

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2 Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

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»

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2

Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

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»

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2
Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

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»

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2
Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

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»

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2
Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

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 Е85.

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

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2 Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

Прокомментируйте данные, приведенные в таблице

Е-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»

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2 Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

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»

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2 Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

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

Задание может выполнятся 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»

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2 Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

Вопрос 1

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

Варианты ответов

- 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 зачету по дисциплине
Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством: ПК-2 Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты

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.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Критерии оценивания ответа студента в рамках устного опроса на занятии

Ответ студента за устный ответ оценивается одной из следующих оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые выставляются по следующим критериям.

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной кафедрой. Как правило, отличная оценка выставляется студентам, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, знающим точки зрения различных авторов и умеющим их анализировать.

Оценка «хорошо» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой.

На «удовлетворительно» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой. Как правило оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов.

Критерии оценивания выполнения индивидуальных и групповых заданий

Задание должны быть выполнены в полном объеме, в ходе доклада результатов выполнения задания студенты должны продемонстрировать владение теорией по данному вопросу, уметь аргументированной отстаивать свою точку зрения, опираясь на известные факты и теоретические представления. В этом случае задание оцениваются оценкой «зачтено».

Критерии оценивания теста

Тест по разделу № 6 оценивается оценкой «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» выставляется в случае, если студент дал правильные ответы не менее, чем на 5 вопросов.

Методические рекомендации к оцениванию ответа на зачете

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, 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.

- оценка «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 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. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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».

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

7.1 Перечень информационно-телекоммуникационных технологий

Использование электронных презентаций при проведении аудиторных занятий.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. Microsoft Windows 8, 10
2. Microsoft Office Professional Plus
3. Программное обеспечение для слабовидящих

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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 официальом 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.
9. http://elibrary.ru/ Научная электронная библиотека
10. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru)

8. 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, 332с, 126с), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением.
2.	Семинарские занятия	Аудитория (ауд. 322с, 416с, 332с), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория (ауд. 322с, 416с, 332с, 345с).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория (ауд. 322с, 416с, 332с, 126с, 334с).
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы (140с), оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.