

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«21» января 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.18 Зеленая химия

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2020

**Авторы программы:**

Кандидат химических наук, Урядникова Марина Николаевна

Кандидат химических наук, Урядников Александр Алексеевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «11» января 2021 г. Протокол № 4

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «21» января 2021 г. № 5.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели	и	задачи	
дисциплины.....			4
2. Место	дисциплины	в	структуре
бакалавра.....			ОП
			5
3. Объем и содержание дисциплины.....			5
4. Контроль	знаний	обучающихся	и
средства.....			и типовые оценочные
			10
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....			21
6. Учебно-методическое	и	информационное	обеспечение
дисциплины.....			23
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....			24
.....			

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере науднотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Использует основные теории и законы химии, принципы химической технологии для решения поставленных задач с учетом современных требования науки и производств

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения				
		Очная (семестр)				
		1	2	3	4	6
1	Математика	+	+			
2	Организация химического производства на примере ПАО "Пигмент"					+

3	Создание и управление базами данных			+		
4	Технологическая практика					+
5	Философия				+	
6	Финансовая грамотность: управление личными финансами			+		

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Зеленая химия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Зеленая химия» изучается в 2 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>
Контактная работа	36
Лекции (Лекции)	18
Практические (Практ. раб.)	18
Самостоятельная работа (СР)	36
Зачет	-

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пр акт · раб ·	СР	
		О	О	О	
2 семестр					
1	«Зеленая химия» как наука и мировоззрение	2	2	4	Опрос; Тестирование
2	Концепция устойчивого развития и роль химии в его осуществлении.	2	2	4	Опрос; Тестирование
3	Законодательство в природоохранной деятельности.	2	2	4	Опрос; Тестирование

4	Основы токсикологии химических продуктов и экологический риск.	2	2	4	Научный доклад; коллоквиум
5	Химический синтез и «зеленая химия».	2	2	4	Опрос; Тестирование
6	Нетрадиционные методы активации химических реакций.	2	2	4	Опрос; Тестирование
7	Катализ и «зеленая химия».	2	2	4	Опрос; Тестирование
8	«Зеленый» дизайн химических процессов	2	2	4	Опрос; Тестирование
9	«Зеленые» растворители	2	2	4	Опрос; Тестирование; коллоквиум

### Тема 1. «Зеленая химия» как наука и мировоззрение (УК-1)

#### Лекция.

Химия – прошлое, настоящее и будущее. Проблемы экологической этики и химическое производство. Стратегия «конца трубы» и предупредительный подход. Предмет и задачи «зеленой химии». «Зеленая химия»: наука или мировоззрение? Хронология развития «зеленой химии». Двенадцать принципов «зеленой химии» Пола Анастаса и Джона Уорнера. Направления развития «зеленой химии». «Зеленый» химический синтез и основные приемы его проведения: «зеленые» методы активации химических реакций, «зеленые» растворители, катализ, минимизация побочных продуктов в схемах реакций, «зеленый» дизайн химических процессов, использование возобновляемого сырья и энергии. Внедрение «зеленых» технологий в промышленное производство. Образовательные аспекты «зеленой» химии. Знания в области «зеленой химии» как фактор повышения социальной ответственности специалиста. Роль университетского образования в достижении устойчивого развития

#### Практическое занятие.

1. Пути решения экологических проблем химического производства.
2. Определение «зеленой химии». Основные принципы «зеленой химии».
3. Главные направления развития «зеленой химии».
4. «Зеленый» химический синтез в сравнении с традиционным.
5. «Зеленые» технологии в химической промышленности.

#### Задания для самостоятельной работы.

1. Отношение общества к химии.
2. Основные черты химии будущего.
3. Университетское образование для устойчивого развития.

### Тема 2. Концепция устойчивого развития и роль химии в его осуществлении. (УК-1)

#### Лекция.

Историогенез понятия «устойчивое развитие». Модель устойчивого развития и его показатели. Национальная стратегия устойчивого развития Российской Федерации. «Более чистое производство» как актуальная стратегия развития мировой промышленности. Проблемы современного химического производства: нестабильность процессов, отходы, ограниченность углеводородного сырья и источников энергии. Реализация в химической промышленности концепции «Более чистое производство», обеспечивающей защиту окружающей среды, потребителя и работника при одновременном повышении эффективности, увеличении прибыли и конкурентоспособности. Переход от административных методов к методам «зеленой химии». Программа мировых производителей химической продукции «Ответственная забота» («Responsible Care») и ее вклад в устойчивое развитие. Глобальная Стратегия Управления Продуктом (Global Product Strategy, GPS) как часть программы «Ответственная забота»

#### **Практическое занятие.**

1. Система экологического менеджмента (EMS)
2. Основные принципы и цели регламента REACh. Регистрационные документы REACh.
3. Экомаркировка.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. EMS в мире и России.
2. OSOR концепция.
3. Возрождение атомистики.

### **Тема 3. Законодательство в природоохранной деятельности. (УК-1)**

#### **Лекция.**

Системы экологического менеджмента: ISO 14001, европейский эко-менеджмент и аудит (EMAS). Законодательные документы, регламентирующие охрану окружающей среды в химической промышленности: требования к химической продукции Chemicals Policy, REACh (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances), Согласованная на Глобальном Уровне Система Классификации и Маркировки Химической Продукции (Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals, GHS). Экомаркировка.

#### **Практическое занятие.**

1. Согласованная на Глобальном Уровне Система Классификации и Маркировки Химической Продукции (Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals, GHS).
2. Порядок заполнения информационного листа безопасности (Safety Data Sheet).

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. В соответствии с Согласованной на Глобальном Уровне Системой Классификации и Маркировки Химической Продукции классифицировать следующие вещества: фенол, ацетилен, натрий, гидроксид калия, азотная кислота.
2. Выберите пиктограммы, характеризующие вещества, перечисленные в пункте 1.

### **Тема 4. Основы токсикологии химических продуктов и экологический риск. (УК-1)**

#### **Лекция.**

Токсичность химических веществ для человека и биосферы, период и пути разложения в природе, токсичность вторичных продуктов. Поверхностно-активные вещества, пестициды и др. токсиканты в окружающей среде. Воздействие ПАВ на окружающую среду и человека. Скорость биоразложения и структура молекул ПАВ. Защита окружающей среды как стимул поиска новых безопасных ПАВ.

Методология оценки риска: идентификация опасности, оценка воздействия, определение дозовой зависимости эффекта, расчет конкретного риска. Оценка риска для веществ общетоксического и канцерогенного действия. Управление промышленным риском с учетом технологических и экономических возможностей его предупреждения.

Международные подходы к оценке токсичности и опасности наночастиц и наноматериалов. Нанотоксикология как новое направление исследований и новая дисциплина. Участие наночастиц в круговороте веществ в окружающей среде. Инновационные лекарственные средства на основе

углеродных нанотрубок, дендримеров, нанопроводников, наночастиц и др. и потенциальные области их использования.

Биокинетика наночастиц в организме. Механизмы токсикологического действия наночастиц. Перспективы развития нанобиотехнологии.

### **Практическое занятие.**

1. Токсичность химических веществ для человека и биосферы, период и пути разложения в природе, токсичность вторичных продуктов.
2. Поверхностно-активные вещества, пестициды и др. токсиканты в окружающей среде. Воздействие ПАВ на окружающую среду и человека. Скорость биоразложения и структура молекул ПАВ.
3. Защита окружающей среды как стимул поиска новых безопасных ПАВ.
4. Токсикологические основы гигиенического и экологического нормирования.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Круговорот наночастиц в окружающей среде.
2. Проблема токсичности и опасности наночастиц и наноматериалов.
3. Нанотоксикология: основные аспекты и направления исследований.

## **Тема 5. Химический синтез и «зеленая химия». (УК-1)**

### **Лекция.**

Меры эффективности химических реакций: выход продукта, селективность (хемоселективность, региоселективность, стереоселективность), атомная эффективность, Е-фактор и способы их расчета. Использование атомной эффективности и Е-фактора для оценки экологического воздействия химического процесса. Примеры «экономных» реакций с точки зрения принципа экономии атомов: реакции присоединения, перегруппировки. Примеры «неэкономных» реакций: реакции отщепления, замещения, окисления. Е-фактор в различных отраслях химической промышленности, особенности фармацевтической отрасли. Стратегия и тактика органического синтеза, число стадий, общий выход. Синтез линейный и конвергентный, борьба с «арифметическим демоном». Увеличение молекулярной сложности как основная стратегическая линия.

### **Практическое занятие.**

1. Критерии идеального химического синтеза.
2. Принципы выбора исходных материалов, реагентов, растворителей, условий проведения реакций с точки зрения общей эффективности химического синтеза.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Реакции окисления часто используются при производстве крупнотоннажных и тонких химических продуктов. Обсудите основные различия в процессах, используемых в каждом секторе, с точки зрения 12 принципов «зеленой химии».
2. Выберите любой крупнотоннажный химический продукт и обсудите на его примере, как продвинулся производственный процесс за последние 50 лет с точки зрения экологии и экономичности.

## **Тема 6. Нетрадиционные методы активации химических реакций. (УК-1)**

### **Лекция.**

Классические методы термического ускорения химических реакций: достоинства и недостатки с точки зрения энергетической эффективности, удобства использования, влияния на окружающую среду. Представление об альтернативных методах активации.



Ультразвуковая активация химических процессов, сонохимия. Диапазон применяемых для активации ультразвуковых волн. Механизмы активации ультразвуком, кавитация, генерирование радикальных частиц под действием ультразвука. Влияние ультразвука на гомогенные и гетерогенные химические реакции. Общее представление о соноэлектрохимии. Ультразвуковые преобразователи, оборудование для проведения химических процессов под действием ультразвука.

Микроволновая активация химических реакций. Представление о микроволнах (СВЧ). Диапазон микроволн, применяемых в химии. Механизм нагрева вещества микроволнами, влияние полярности вещества на скорость нагрева под действием микроволн. Особенности и преимущества микроволнового нагрева в сравнении с классическими методами. «Перегретые» жидкости, реакции в перегретой воде. Лабораторная аппаратура для проведения реакций в условиях микроволнового нагрева, отличия от бытовых микроволновых печей. Проточный микроволновой реактор.

Фотохимическая активация химических реакций, общие представления об ее механизме. Квантовый выход. Экологические преимущества фотохимических процессов. Проблемы внедрения фотохимических реакций в промышленность. Примеры фотохимических синтезов: получение капролактама, витамина D и др.

### **Практическое занятие.**

Практическое занятие.

1. Преимущества и недостатки классических и нетрадиционных методов активации химических реакций.
2. Механизмы переноса энергии при использовании перегретого пара, микроволн, ультразвука.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Сравните фотохимический и не фотохимический промышленные методы получения капролактама. Обсудите объемы и природу образующихся отходов в каждом процессе, а также энергозатраты.

## **Тема 7. Катализ и «зеленая химия». (УК-1)**

### **Лекция.**

Общие представления о катализе и катализаторах. Каталитический цикл. Некоторые типы катализаторов: гомогенные, гетерогенные, катализаторы фазового переноса, биокатализаторы. Основные параметры катализаторов. Модификаторы, промоторы и каталитические яды. Преимущества каталитических химических процессов перед некаталитическими с точки зрения «зеленой химии» (на примере реакций окисления). Регенерация и переработка катализаторов. Сравнение гомогенных и гетерогенных катализаторов. Цеолиты как катализаторы. Примеры применения цеолитов: каталитический крекинг, получение пара-ксилола, этилбензола, кумола, получение бензина из метанола, гидратация циклогексена. Катализ наночастицами. Понятия о мицеллярном и микрогетерогенном катализе. Представление о металлокомплексном катализе и органокатализе. Примеры «зеленых» гомогенных каталитических реакций.

Фотокатализ. Фотокаталитическая минерализация органических веществ, материалы с самоочищающейся поверхностью.

Общие представления о биокатализе и биокатализаторах. Ферменты (энзимы) и рибозимы. Молекулярное распознавание. Классификация ферментов. Химические реакции под действием ферментов. Катализ чистыми ферментами и клеточными культурами. Преимущества и недостатки биокатализа, способы решения проблем. Биокатализ в промышленности. Синтез ибупрофена. Метод получения акриламида из акрилонитрила с помощью нитрилгидратазы.

Каталитические реакции окисления. Пероксид водорода как «зеленый» окислитель. Получение и свойства пероксида водорода, механизмы окислительного действия. Применение пероксида водорода для контролируемого генерирования галогенов, а также удаления вредных веществ из сточных вод, почвы, промышленных газовых выбросов.

### **Практическое занятие.**

1. Виды катализа. Типы и параметры катализаторов.
2. Основные преимущества и недостатки гомогенного катализа.
3. Почему катализ оказывает меньшее экономическое и экологическое влияние при разработке тонких и фармацевтических продуктов?

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выберите два крупнотоннажных современных химических продукта, получаемых с помощью каталитических процессов, и обсудите роль катализаторов с точки зрения экономики и экологии.

## **Тема 8. «Зеленый» дизайн химических процессов (УК-1)**

### **Лекция.**

Технологические аспекты внедрения «зеленых» химических процессов. Новое аппаратное оформление технологических процессов. Принципы интенсификации технологических процессов: увеличение массо- и теплопереноса, оптимизация продолжительности реакции. Классические реакторы периодического и проточного действия. Недостатки классических реакторов. Новые виды аппаратов в технологических процессах: реакторы с вращающимся диском, каталитические мембранные реакторы, микрореакторы. Многофункциональные реакторы: противоточные реакторы, хроматографические реакторы. Реакционная перегонка, экстракция, кристаллизация. Примеры химических процессов в новых видах реакторов.

Дизайн «зеленых» процессов синтеза на примере получения 2-хлорникотиновой кислоты.

### **Практическое занятие.**

1. Технологии использования биомассы.
2. Методы зеленой химии в получении целлюлозы из древесины. Структура и физико-химические свойства лигнина. Методы утилизации лигноцеллюлозы.
3. Гуминовые вещества в контексте зеленой химии. Физико-химические свойства и области применения гуминовых веществ. Химическая модификация гуминовых веществ как путь расширения их практического применения.
4. Биодизель как альтернативное топливо.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Классический метод синтеза гидрохинона из анилина включает использование стехиометрических количеств диоксида марганца, серной кислоты и металлического железа.
  - а) Рассмотрите эффективность этого процесса с точки зрения принципа экономии атомов.
  - б) Анилин может быть получен нитрованием бензола в нитробензол с последующим гидрированием нитро-группы до амино-группы. Используя принципы зеленой химии, придумайте схему нового метода получения гидрохинона из бензола (будьте совершенно свободны, предлагая необходимые катализаторы).
  - в) Найдите информацию о методе получения гидрохинона, разработанном компанией Upjohn (Upjohn hydroquinone process). Сравните этот метод с классическим и придуманным вами методом. Какие у них преимущества и недостатки?
2. Новые разработки в области «зеленой» химии: производство биобутанола, бессероуглеродный процесс получения гидратцеллюлозного волокна и др.

## **Тема 9. «Зеленые» растворители (УК-1)**

### **Лекция.**

Органические растворители и летучие органические соединения – влияние на окружающую среду и здоровье человека. Диметилкарбонат – «зеленый» растворитель и реагент. Проведение химических процессов без растворителей. Сверхкритическое состояние вещества. Сверхкритические среды как растворители для химических процессов, преимущества перед классическими растворителями. Сверхкритический CO<sub>2</sub> (scCO<sub>2</sub>) как растворитель: преимущества и недостатки. Примеры химических процессов, проводимых в scCO<sub>2</sub>: радикальная полимеризация фторсодержащих мономеров и др. Гидрирование и окисление в scCO<sub>2</sub>. Экстракция с помощью scCO<sub>2</sub>, декофеинизация кофе. Сверхкритическая вода и ее использование. Вода как «зеленый» растворитель: преимущества и недостатки. Особые свойства воды как растворителя, примеры использования: реакции гидратации, гидрирования. Аналоги классических металлоорганических реакций, проводимые в воде.

Ионные жидкости, их строение, свойства, типичные представители. Преимущества ионных жидкостей перед классическими органическими растворителями. Каталитические свойства ионных жидкостей. Регенерация ионных жидкостей. Ионные жидкости из возобновляемых источников сырья. Примеры использования ионных жидкостей в «зеленых» химических процессах. Фторированные бифазные растворители: типичные представители, приемы использования и примеры применения в химических процессах.

### Практическое занятие.

1. Ограничения применения растворителей для проведения химических реакций с различными источниками энергии.
2. Примеры использования сверхкритического CO<sub>2</sub> в химической практике.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Назовите применяемые в настоящее время альтернативные пути замены традиционных органических растворителей.
2. Диоксид углерода является парниковым газом. Почему его называют «зеленым» растворителем и широко используют?

## 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

### 4.1. Распределение баллов:

#### 2 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 81 балл
- контрольные срезы – 2 среза: 4 балла, 5 баллов
- премиальные баллы – 10 баллов

#### Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	«Зеленая химия» как наука и мировоззрение	Опрос	2	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
		Тестирование	5	Решение теста из 5 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.
2.	Концепция устойчивого развития и роль химии в его осуществлении.	Опрос	2	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
		Тестирование	5	Решение теста из 5 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.

3.	Законодательство в природоохранной деятельности	Опрос	2	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
		Тестирование	5	Решение теста из 5 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.
4.	Основы токсикологии и химических продуктов и экологических рисков.	Научный доклад(контрольный срез)	4	3-4 балла - ответ отличается полнотой раскрытия темы; студент демонстрирует уверенность и убедительность в ответе на вопрос; стиль и грамотность речи; ответы на дополнительные вопросы характеризуются краткостью и аргументированностью; логичное изложение материала, сопровождающееся красочной информативной презентацией 1 – 2 балла - выступление при наличии нарушений в логике изложения материала, некачественной презентации
		коллоквиум	15	Студенту необходимо ответить на 3 вопроса. Максимальный балл за ответ на 1 вопрос – 5 баллов. Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 5 баллов Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 4 балла Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 2 – 3 балла Студент показывает с профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 1 балл
5.	Химический синтез и «зеленая химия».	Опрос	2	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
		Тестирование	5	Решение теста из 5 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.
6.	Нетрадиционные методы активации химических реакций.	Опрос	2	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
		Тестирование	5	Решение теста из 5 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.
7.	Катализ и «зеленая химия».	Опрос	2	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
		Тестирование	5	Решение теста из 5 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.
8.	«Зеленый» дизайн химических	Опрос	2	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов

	процессов	Тестирование	5	Решение теста из 5 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.
9.	«Зеленые» растворители	Опрос	2	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
		Тестирование(контрольный срез)	5	Решение теста из 5 вопросов. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.
		коллоквиум	15	Студенту необходимо ответить на 3 вопроса. Максимальный балл за ответ на 1 вопрос – 5 баллов. Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 5 баллов Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 4 балла Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 2 – 3 балла Студент показывает с  профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 1 балл
10.	Посещаемость		10	10 баллов – студент посетил все 100% занятий
11.	Премияльные баллы		10	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за выполнение творческих заданий на выбор студента в зависимости от темы.
12.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

##### КОЛЛОКВИУМ

Тема 4. Основы токсикологии химических продуктов и экологический риск.

1. Основные направления развития «зеленой» химии.

2. Более чистое производство» как актуальная стратегия развития мировой промышленности.
3. Системы экологического менеджмента.
4. «Зеленая химия»: наука или мировоззрение?
5. Концепция устойчивого развития.
6. Основные принципы «зеленой» химии и их мнемонический вариант.
7. Возобновляемые источники энергии и их вклад в общее мировое энергетическое производство.
8. Стратегия REACH.
9. Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химической продукции.
10. Программа «Ответственная забота».
11. Существующие стратегии решения экологических проблем.
12. Предмет и задачи «зеленой химии».
13. Возобновляемые источники энергии и их вклад в общее мировое энергетическое производство.
14. Принципы и цели регламента REACH.

#### Тема 9. «Зеленые» растворители

1. Биокатализ, преимущества и недостатки биокаталитических методов.
2. Сверхкритическое состояние вещества.
3. Меры эффективности химических реакций.
4. Основные подходы к дизайну «зеленых» процессов синтеза.
5. Диметилкарбонат – «зеленый» растворитель и реагент.
6. Принципы интенсификации технологических процессов.
7. Классические методы ускорения химических реакций. Альтернативные методы активации.
8. «Сверхкритическая» вода как растворитель.
9. Новое аппаратное оформление технологических процессов.
10. Использование ионных жидкостей в химических процессах.
11. Микроволновая активация химических реакций.
12. Сверхкритический CO<sub>2</sub> как растворитель.
13. Общие представления о катализе и катализаторах. «Зеленые» каталитические реакции.
14. Технологические аспекты внедрения «зеленых» химических процессов.
15. Фторированные бифазные растворители.
16. Ультразвуковая активация химических процессов.
17. Фотохимическая активация химических реакций
18. Микрореакторы и другие типы новых реакторов для «зеленого» синтеза.
19. Стратегия и тактика «зеленого» органического синтеза.
20. Концепция более безопасного по своей природе дизайна химических процессов (Inherently safer design).

#### Научный доклад

##### Тема 4. Основы токсикологии химических продуктов и экологический риск.

1. Токсичность химических веществ и пути разложения в природе.
2. Примеры взаимного влияния загрязнителей.
3. Инновационные лекарственные средства на основе наночастиц и наноматериалов.
4. Механизмы токсикологического действия наночастиц на организм человека.
5. Международные подходы в оценке токсичности и опасности наночастиц и наноматериалов.

## Опрос

### Тема 1. «Зеленая химия» как наука и мировоззрение

1. Охарактеризуйте экологические проблемы химических производств и возможные пути их решения.
2. Дайте определение «зеленой» химии.
3. Назовите основные принципы «зеленой» химии и их мнемонический вариант.
4. Перечислите критерии, которым должна отвечать идеальная химическая реакция.
5. В чем заключается разница между химией окружающей среды и «зеленой» химией?
6. Перечислите существующие стратегии решения экологических проблем.
7. Охарактеризуйте основные направления развития «зеленой» химии.

### Тема 2. Концепция устойчивого развития и роль химии в его осуществлении.

1. Что такое устойчивое развитие общества и каковы его основные цели?
2. Перечислите основные положения Стратегии устойчивого развития Российской Федерации.
3. Охарактеризуйте основные проблемы химических производств и стратегию «Более чистое производство».
4. Приведите примеры реализации в химической промышленности концепции «Более чистое производство».
5. Сформулируйте принципы и цели программы мировых производителей химической продукции «Ответственная забота».

### Тема 3. Законодательство в природоохранной деятельности.

1. Система экологического менеджмента: понятие, ключевые элементы, цикл Деминга, базовый стандарт.
2. Что такое REACH? Основные принципы и цели регламента. OSOR-концепция.
3. Какие существуют регистрационные документы REACH?
4. Где и как применяется REACH? Как принимают REACH в разных странах?
5. Глобальная система классификации и маркировки химических веществ: цель внедрения, классы опасности веществ, сигнальные слова, пиктограммы.

### Тема 5. Химический синтез и «зеленая химия».

1. Перечислите и охарактеризуйте меры эффективности химических реакций.
2. Как количественно оценивают экологическое воздействие химических реакций?
3. Какие меры повышения эффективности химических реакций Вы знаете?
4. Приведите примеры «экономных» и «неэкономных» реакций с точки зрения принципа экономии атомов.
5. Чем линейные схемы синтеза отличаются от конвергентных? Какие схемы лучше?
6. Как правильно разработать стратегию «зеленого» химического синтеза?

### Тема 6. Нетрадиционные методы активации химических реакций.

1. Охарактеризуйте «зеленые» способы активации химических реакций.
2. Что такое кавитация и как она влияет на химические процессы?
3. Какие преимущества и недостатки у микроволнового нагрева по сравнению с классическим термическим методом?
4. Почему вещества нагреваются под действием микроволн?
5. Возможно ли использование традиционных реакторов при «зеленых» способах активации?

### Тема 7. Катализ и «зеленая химия».

1. Какие типы катализаторов вы знаете?

2. Что такое биокатализ? Какие преимущества и недостатки биокаталитических методов?
3. Приведите примеры «зеленых» каталитических реакций.
4. Каталитические реакции окисления. Пероксид водорода как «зеленый» окислитель.
5. Как Вы себе представляете мицеллярный катализ? Чем обусловлена его эффективность?

#### Тема 8. «Зеленый» дизайн химических процессов

1. Перечислите принципы интенсификации технологических процессов.
2. Укажите основные подходы к дизайну «зеленых» процессов синтеза.
3. Какие типы реакторов для проведения «зеленых» синтезов Вам известны?
4. Что означает принцип создания реакторов с более безопасным по своей природе дизайном (Inherently safer design)?
5. Приведите примеры химических процессов, реализуемых в новых видах реакторов.

#### Тема 9. «Зеленые» растворители

1. Приведите примеры реакций без использования растворителей.
2. Что такое сверхкритическое состояние вещества и каковы его особенности?
3. Как можно использовать диоксид углерода для растворения жидких или твердых веществ?
4. «Сверхкритическая» вода как растворитель.
5. Ионные жидкости: понятие, основные свойства и использование.
6. Приведите примеры фторированных бифазных растворителей и области их применения в химических процессах.

### Тестирование

#### Тема 1. «Зеленая химия» как наука и мировоззрение

1. Впервые концепция «зеленой химии» была сформулирована:
  - A. В 1990 году в виде Закона о предотвращении загрязнения окружающей среды (США);
  - B. В 1998 году Полом Анастасом и Джоном Уорнером в книге «Зеленая химия: теория и практика»;
  - C. В 1991 году Агентством США по охране окружающей среды;
  - D. В 1997 году Американским химическим обществом.
2. «Зеленая химия» - это:
  - A. Любое усовершенствование химических процессов, которое положительно влияет на состояние окружающей среды;
  - B. Активное выведение более продуктивных сортов растений, расширение ирригации, применения удобрений, пестицидов;
  - C. Революционная философия, которая призвана уменьшить и предотвратить загрязнения окружающей среды;
  - D. Стратегия, направленная на достижение гармонии между людьми и между обществом и природой.
3. Пути, по которым сейчас развивается «зеленая химия»:
  - A. Новые способы синтеза;
  - B. Замена традиционных органических растворителей;
  - C. Сохранение расширенного производства естественных экосистем;
  - D. Получение химических продуктов из природных.
4. Научно-образовательный центр «Химия в интересах устойчивого развития – зеленая химия» был создан:
  - A. В Миддлсекском Университете (Великобритания);
  - B. В Московском Государственном университете им. М.В. Ломоносова;
  - C. В Колумбийском колледже (США);



D. В Университете Сарагосы (Испания).

5. Впервые в мире начали читать курс по «зеленой химии» для студентов-химиков:

A. В Ноттингемском университете (Великобритания);

B. В Университете Йорка (Великобритания);

C. В Колумбийском колледже (США);

D. В Университете Сарагосы (Испания).

## Тема 2. Концепция устойчивого развития и роль химии в его осуществлении.

1. Важнейший вклад в становление принципов и норм международного экологического права внесла:

A. Международная конференция в Рио-де-Жанейро (1992 г.);

B. Всемирный саммит по устойчивому развитию (2002 г.);

C. Специальная сессия Генеральной Ассамблеи ООН Рио+5 (1997 г.);

D. Стокгольмская Конференция ООН по окружающей среде (1972 г.).

2. В широкое употребление термин «устойчивое развитие» был введен:

A. В 1987 г. Всемирной комиссией ООН по окружающей среде и развитию;

B. В 1961 г. Всемирным фондом дикой природы;

C. В 1972 г. на Стокгольмской Конференции ООН по окружающей среде;

D. В 1992 г. на Международной конференции в Рио-де-Жанейро.

3. Стратегия устойчивого развития Российской Федерации была разработана и одобрена правительством:

A. В 1994 году;

B. В 1997 году;

C. В 1992 году;

D. В 1998 году.

4. Документ, определяющий шаги, которые необходимо предпринять государству и обществу, чтобы приблизиться к идеалу устойчивого развития – это

A. Повестка дня на XXI век;

B. Национальная стратегия;

C. Рио-де-Жанейрская декларация;

D. Декларация об охране окружающей среды.

5. Новый подход к производству химических веществ и повышению экологической безопасности химических предприятий назвали:

A. «Безотходной технологией»;

B. «Более чистым производством»;

C. «Зеленой химией»;

D. «Белой химией».

## Тема 3. Законодательство в природоохранной деятельности.

1. Первые стандарты серии ИСО 14001 были опубликованы в:

A. 1993;

B. 1996;

C. 1998;

D. 2001

2. Законодательство REACH вступило в силу в:

A. 2003;

B. 2006;

C. 2007;

D. 2009

3. Регламент о глобальной системе классификации и маркировки химических веществ вступил в силу в:

- A. 1996;
- B. 2003;
- C. 2007;
- D. 2009

4. Регламент EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) вступил в силу в:

- A. 1993;
- B. 1996;
- C. 1998;
- D. 2003

5. Какому веществу соответствует пиктограмма?

- A.  $H_2O$ ;
- B.  $NaOH$ ;
- C.  $Cl_2$ ;
- D.  $NaCl$

#### Тема 5. Химический синтез и «зеленая химия».

1. Е-фактор – это отношение:

- A. Массы побочных продуктов к массе исходных веществ;
- B. Массы целевого продукта к массе исходных веществ;
- C. Массы целевого продукта к массе к массе побочных продуктов;
- D. Массы побочных продуктов к массе целевого продукта.

2. Атомная эффективность – это отношение:

- A. Массы целевого продукта к массе всех продуктов;
- B. Массы целевого продукта к массе исходных веществ;
- C. Массы целевого продукта к массе побочных продуктов;
- D. Массы побочных продуктов к массе целевого продукта.

3. Самые большие значения Е-фактора характерны для промышленности

- A. Пищевой;
- B. Лакокрасочной;
- C. Фармацевтической;
- D. Нефтехимической.

4. Способами борьбы с «арифметическим» демоном являются:

- A. Переход от конвергентных схем синтеза к линейным;
- B. Переход от линейных схем синтеза к конвергентным;
- C. Увеличение выхода на каждой стадии;
- D. Использование катализатора.

5. Поясните, почему с позиций «зеленой» химии выход реакции не используется как характеристика эффективности процесса получения химического продукта.

#### Тема 6. Нетрадиционные методы активации химических реакций.

1. Активирование твердых веществ их механической обработкой, называют:

- A. Фотохимической активацией;
- B. Механоактивацией;
- C. Микроволновой активацией;
- D. Ультразвуковой активацией.

2. Число химически прореагировавших молекул, приходящихся на один поглощенный квант света, называют:

- А. Фотохимический выход реакции;
  - В. Квантовый выход реакции;
  - С. Электромагнитный выход реакции;
  - Д. Ультразвуковой выход реакции.
3. Термином "МВ-излучение" в настоящее время обозначают электромагнитные колебания с частотой:
- А. От 300 МГц до 300 ГГц;
  - В. От 30 МГц до 300 МГц;
  - С. От 300 МГц до 800 ГГц;
  - Д. От 500 МГц до 800 ГГц.
4. Акустические колебания с частотой выше 20 кГц условно принято называть:
- А. Ультразвуковыми;
  - В. Звуковыми;
  - С. Инфразвуковыми;
  - Д. Микрозвуковыми.
5. Сонохимия – это химия, использующая индуцирование
- А. Микроволнами;
  - В. Светом;
  - С. Ультразвуком;
  - Д. Механоактивацией.

#### Тема 7. Катализ и «зеленая химия».

1. В каком агрегатном состоянии находится, как правило, катализатор при гетерогенном катализе:
- А. Жидком;
  - В. Твердом;
  - С. Газообразном;
  - Д. Сверхкритическом.
2. Самая высокая скорость характерна для:
- А. Гомогенного катализа;
  - В. Гетерогенного катализа;
  - С. Биокатализа;
  - Д. Катализа металлами.
3. Активность катализатора характеризуется:
- А. Количеством исходного вещества, превращающегося в желаемый продукт;
  - В. Скоростью протекающей реакции в присутствии катализатора;
  - С. Временем жизни катализатора в технологических процессах;
  - Д. Количеством образующегося продукта реакции.
4. Фермент лиаза в качестве катализатора используется в реакциях:
- А. Образования двойных связей, которым предшествует разрыв связи C—C, C—O, C—N или др.;
  - В. Окисления-восстановления;
  - С. Гидролиза;
  - Д. Присоединения по двойным связям.
5. Назовите 4 причины, по которым гетерогенные катализаторы более предпочтительны в промышленных процессах по сравнению с гомогенными.

#### Тема 8. «Зеленый» дизайн химических процессов

1. Причина трагедии в Бхопале:

- А. Исходные вещества;
  - В. Конечный продукт;
  - С. Конструкция реактора;
  - Д. Промежуточные вещества.
2. Какие реакторы в наибольшей степени подходят для продуктов фармацевтической промышленности:
- А. Непрерывного действия;
  - В. Периодического действия;
  - С. Замкнутого типа;
  - Д. Открытого типа.
3. Для проведения «зеленых» синтезов необходим аналитический контроль:
- А. Непосредственно в реакторе;
  - В. В лаборатории;
  - С. На входе в реактор;
  - Д. На выходе из реактора.
4. Миниатюризация как конечная цель стратегии интенсификации технологических процессов была предложена:
- А. П.Анастасом и Дж.Уорнером в 1998 году;
  - В. К.Рамшау в 1980 году;
  - С. Р.Шелдоном в 1994 году;
  - Д. Б.Тростом в 1991 году.
5. Высокоэкзотермический реактор позволяет:
- А. Селективно выводить реагенты из сферы реакции;
  - В. Увеличивать скорость реакции;
  - С. Удалять тепло по мере его образования;
  - Д. Уменьшить число стадий химического процесса.

#### Тема 9. «Зеленые» растворители

1. К недостаткам использования сверхкритического диоксида углерода относится:
- А. Низкая токсичность;
  - В. Необходимость использования оборудования для высокого давления;
  - С. Хороший массоперенос;
  - Д. Легкость удаления из сферы реакции.
2. К недостаткам использования сверхкритической воды как растворителя «зеленой» химии относится:
- А. Высокая удельная теплоемкость;
  - В. Нетоксичность;
  - С. Низкая стоимость;
  - Д. Негорючесть.
3. Какова критическая температура для  $H_2O$ :
- А. 9  $^{\circ}C$ ;
  - В. 31  $^{\circ}C$ ;
  - С. 374  $^{\circ}C$ ;
  - Д. 132  $^{\circ}C$ .
4. К ионным жидкостям можно отнести:
- А. Гексафторфосфат метилалкилимидазолия;
  - В. Хлорид натрия;
  - С. Диметилкарбонат;
  - Д. Жидкости, содержащие только ионы.

5. Назовите применяемые в настоящее время альтернативные пути замены традиционных органических растворителей.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

### Типовые вопросы зачета (УК-1)

1. Стратегия и тактика «зеленого» органического синтеза.
2. Меры эффективности химических реакций.
3. «Сверхкритическая» вода как растворитель.

### Типовые задания для зачета (УК-1)

Тест

1. В каком агрегатном состоянии находится, как правило, катализатор при гетерогенном катализе:
  - A. Жидком;
  - B. Твердом;
  - C. Газообразном;
  - D. Сверхкритическом.
2. Какие реакторы в наибольшей степени подходят для продуктов фармацевтической промышленности:
  - A. Непрерывного действия;
  - B. Периодического действия;
  - C. Замкнутого типа;
  - D. Открытого типа.
1. К недостаткам использования сверхкритического диоксида углерода относится:
  - A. Низкая токсичность;
  - B. Необходимость использования оборудования для высокого давления;
  - C. Хороший массоперенос;
  - D. Легкость удаления из сферы реакции.

Типовые вопросы для опроса

1. Что такое REACH? Основные принципы и цели регламента.
2. Охарактеризуйте «зеленые» способы активации химических реакций.
3. Как Вы себе представляете мицеллярный катализ? Чем обусловлена его эффективность?

Типовые темы для научных докладов

1. Развитие металлургии и химических производств
2. Химические знания и ремесла в первобытном обществе и в Древнем мире.
3. Возникновение стереохимии (Вант-Гофф, Ле Бель). Координационная теория Вернера.

Типовые вопросы для коллоквиума

1. Системы экологического менеджмента.
2. Возобновляемые источники энергии и их вклад в общее мировое энергетическое производство.
3. Микрореакторы и другие типы новых реакторов для «зеленого» синтеза.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
--------	-------------	--

«зачтено» (50 - 100 баллов)	УК-1	Способен характеризовать основные хронологические этапы развития химии как науки, периоды деятельности выдающихся химиков, основные перспективы и направления развития современной химии, понимает логику развития химии и ее связь с другими науками на основе исторического метода. Ответ построен логично. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	УК-1	Не способен описать основные хронологические этапы развития химии как науки, перечислить достижения выдающихся химиков, направления развития современной химии. Не может пояснить междисциплинарные связи химии и других наук. Не отвечает на дополнительные вопросы.

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

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

#### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;

- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Егоров В.В. Экологическая химия : учебное пособие. - 2-е изд., стер.. - Санкт-Петербург, Москва, Краснодар: Лань, 2017. - 181 с.
2. Гривко Е. В., Шайхутдинова А. А., Глуховская М. Ю. Экология: прикладные аспекты. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. - 330 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481758>

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Теория устойчивого развития города : учебное пособие. - Екатеринбург: Уральская государственная архитектурно-художественная академия (УралГАХА), 2011. - 131 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436812>
2. Шарнин Г. П., Фаляхов И. Ф., Юсупова Л. М., Ларионова О. А. Химия энергоемких соединений : учебное пособие. - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011. - 377 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270291>
3. Ляхов Н. З. Химия в интересах устойчивого развития : журнал. - Новосибирск: СО РАН, 2014. - 107 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234521>
4. Ляхов Н. З. Химия в интересах устойчивого развития : журнал. - Новосибирск: СО РАН, 2013. - 120 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=225095>
5. Стрельникова Л. Н. Химия и жизнь - XXI век : журнал. - Москва: НаукаПресс, 2014. - 68 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=225480>

### **6.3 Иные источники:**

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.



Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>

3. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.