

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Директор физтех-школы**  
**аэрокосмических технологий**  
**С.С. Негодяев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Физико-химические основы ресурсосберегающих технологий
<b>по направлению:</b>	Системный анализ и управление
<b>профиль подготовки:</b>	Системный анализ и управление в технических, экономических и социальных системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра логистических систем и технологий
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составил: Т.М. Васильева, д-р техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры логистических систем и технологий 04.06.2021

## Аннотация

В курсе изложены основные вопросы, рассматриваемые в рамках «зеленой» химии в соответствии с современным состоянием этой науки. Курс направлен на формирование целостного восприятия «зеленой» химии и начальных представлений о ее роли в осуществлении устойчивого развития. Рассматриваются основные концепции, принципы и направления, подходы к получению продуктов из возобновляемых источников сырья. Обсуждаются значение «зеленой химии» для развития других научных и прикладных направлений, в том числе логистики и социальной сферы. Курс содержит в себе обсуждение базовых вопросов, разбор ситуационных задач, предусматривает развитие навыков самостоятельной работы студентов, способности интегрировать идеи из различных областей науки для выполнения собственных проектов, развитию комплексного восприятия инновационных процессов.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

Целью дисциплины «Физико-химические основы ресурсосберегающих технологий» является: на основе ее двенадцати принципов «зеленой» химии показать возможность организации безопасного производства материалов и синтеза соединений, использования возобновляемых природных ресурсов, а также с уже существующими «зелеными» технологиями и стратегией их реализации на пути к устойчивому развитию общества.

### Задачи дисциплины

1. Знакомство студентов с основными концепциями и направлениями развития «зеленой химии», формирование представлений об основных объектах «зеленой химии» и «зеленых» химических процессах;
2. Получение представлений о принципах безопасного для окружающей среды и человека проведения химических процессов и создания «зеленых» технологий и энергоэффективных технологий на основе возобновляемых и экологически чистых источников энергии;
3. Формирование грамотного подхода к решению практических логистических задач с привлечением принципов «зеленой химии»;
4. Формирование навыков изучения и анализа научной химической литературы по теме дисциплины и междисциплинарной интеграции информации.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
ОПК-7 Способен принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе математических и естественно-научных дисциплин	ОПК-7.1 Грамотно и аргументированно формирует собственные суждения и оценки на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин
	ОПК-7.2 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- важнейшие принципы и направления развития «зеленой химии», ее основные понятия;
- современные стратегии развития мировой промышленности и программы производителей химической продукции, направленные на сохранение окружающей среды и достижение устойчивого развития общества;
- основные законодательные документы и стандарты, регламентирующие охрану окружающей среды в химической промышленности;
- основные подходы к «зеленому» химическому синтезу, принципы выбора исходных материалов, реагентов, растворителей, условий проведения реакций с точки зрения общей эффективности химического синтеза;
- экологические преимущества каталитических химических процессов, в том числе нетрадиционных методов активации химических реакций;
- перспективы использования возобновляемых источников сырья и возобновляемых источников энергии, их вклад в общее мировое энергетическое производство;
- мировые разработки в области «зеленой химии» и направления ее развития;
- основные концепции и важнейшие направления логистики ресурсоэнергосбережения («зеленой» логистики).

уметь:

- оперировать ключевыми понятиями «зеленая химия» и «устойчивое развитие»;
- ориентироваться в современных тенденциях развития мировой химической промышленности и «зеленых» альтернативах традиционных химических технологий;
- анализировать и оценивать возможности «зеленых» технологий при решении практических логистических задач; выбирать оптимальные пути и методы проведения логистических операций с учетом принципов «зеленой химии»;
- оценивать эффективность проведения химических процессов и их риски с точки зрения их безопасности логистических операций, окружающей среды и человека, предлагать пути снижения рисков, базирующиеся на принципах «зеленой химии»;
- выявлять недостатки современной практики управления предприятиями как эколого-социально-экономическими системами, исходя из принципов «зеленой» химии и «зеленой» логистики (логистики ресурсоэнергосбережения).

владеть:

- подходами к анализу логистических систем и технологий с позиций концепции «зеленой химии» и ресурсосберегающих технологий.
- знаниями основных понятий, принципов, воззрений, составляющих содержание концепции устойчивого развития;
- комплексной методологией разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на основе принципов «зеленой» логистики

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	«Зеленая химия» – химия в интересах устойчивого развития	4	3		4
2	Концепция устойчивого развития и роль химии в его осуществлении	2	2		4
3	Регламенты, действующие в области «зеленой химии»	3	4		4
4	Описание «зеленых» процессов	4	4		4
5	Каталитические «зеленые» процессы	3	2		4
6	Альтернативные растворители	2	2		4
7	Возобновляемые источники энергии	2	2		4

8	Возобновляемые источники сырья и их использование	2	2		4
9	«Зеленая химия» и (нано)токсикология	2	2		4
10	Технология «зеленых» процессов	3	3		4
11	«Зеленая логистика»	3	4		5
Итого часов		30	30		45
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 3 (Осенний)

##### 1. «Зеленая химия» – химия в интересах устойчивого развития

Проблемы современного химического производства: нестабильность процессов, отходы, ограниченность углеводородного сырья и источников энергии.

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 его основные критерии и особенности: «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. Логистические аспекты «зеленой» химии.

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

Проблемы современного химического производства: нестабильность процессов, отходы, ограниченность углеводородного сырья и источников энергии. Зеленая химия как способ снижения негативного влияния химических производств.

Понятие «устойчивое развитие». Модель устойчивого развития и его показатели. Реализация в химической промышленности концепции «Более чистое производство», Модель устойчивого развития и его показатели. "Более чистое производство" как актуальная стратегия развития мировой промышленности. 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».

##### 3. Регламенты, действующие в области «зеленой химии»

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.

##### 4. Описание «зеленых» процессов

Основные требования к промышленным процессам, их этапы их характеристики. Учет стадий промышленного процесса, начиная от производства энергии и заканчивая утилизацией отходов.

Принципы рассмотрения химической реакции с точки зрения «зеленой химии». Выход продукта. Критерии эффективности химических реакций: селективность, атомная эффективность, E-фактор и способы их расчета. Примеры «экономных» и «неэкономных» реакций с точки зрения принципа экономии атомов. E-фактор в различных отраслях химической промышленности, особенности фармацевтической отрасли. Увеличение молекулярной сложности как основная стратегическая линия. Принципы выбора исходных материалов, реагентов, растворителей, условий проведения реакций с точки зрения общей эффективности химического синтеза. Иллюстрация принципов «зеленой химии» на конкретных примерах.

## 5. Каталитические «зеленые» процессы

Преимущества каталитических химических процессов перед некаталитическими с точки зрения «зеленой химии». Некоторые типы катализаторов: гомогенные, гетерогенные, катализаторы фазового переноса, биокатализаторы. Регенерация и переработка катализаторов. Примеры применения цеолитов. Катализ наночастицами. Ферменты и ферментативные способы удаления загрязнений и утилизации отходов. Понятия о мицеллярном и микрогетерогенном катализе. Представление о металлокомплексном катализе и органокатализе. Пероксид водорода как «зеленый» окислитель. Применение пероксида водорода для удаления вредных веществ из сточных вод, почвы, промышленных газовых выбросов. Примеры «зеленых» гомогенных каталитических реакций.

Представление об альтернативных методах активации. Нетрадиционные методы активации химических реакций: ультразвуковая активация химических процессов, сонохимия. Микроволновая активация химических процессов. Фотохимическая активация химических процессов. Экологические преимущества фотохимических и плазмохимических процессов.

## 6. Альтернативные растворители

Сверхкритическое состояние вещества. Сверхкритические среды как растворители для химических процессов, преимущества перед классическими растворителями. Примеры сверхкритических растворителей, сверхкритический CO<sub>2</sub>.

Вода как «зеленый» растворитель: преимущества и недостатки. Особые свойства воды как растворителя, примеры использования.

Ионные жидкости, их строение, свойства, типичные представители. Преимущества ионных жидкостей перед классическими органическими растворителями. Ионные жидкости из возобновляемых источников сырья. Примеры использования ионных жидкостей в «зеленых» химических процессах.

Проведение химических процессов без растворителей. Твердофазные реакции.

## 7. Возобновляемые источники энергии

Проблема истощения ископаемых видов топлива. Возобновляемые источники энергии и их вклад в общее мировое энергетическое производство. Водородная технология. Топливные элементы. Биомасса как источник энергии. Этанол как возобновляемый вид топлива: преимущества и недостатки. Биоэтанол и биодизель. Проблемы энергосбережения.

## 8. Возобновляемые источники сырья и их использование

Состав биомассы. Процессы конверсии биомассы: термолиз, пиролиз, газификация, гидротермолиз, ферментация, переработка в биогаз. Химические продукты из возобновляемых источников сырья. Целлюлоза и крахмал как основные перерабатываемые компоненты биомассы. Некоторые химические продукты, получаемые из биомассы. Полимерные материалы из возобновляемых источников сырья, биопластики. Утилизация отходов пластмасс в ценные продукты.

## 9. «Зеленая химия» и (нано)токсикология

Токсичность химических веществ для человека и биосферы, период и пути разложения в природе, токсичность вторичных продуктов. Поверхностно-активные вещества (ПАВ), пестициды и др. токсиканты в окружающей среде.

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.

Нанотоксикология как новое направление исследований и новая дисциплина. Механизмы токсикологического действия наночастиц. Перспективы развития нанобиотехнологии.

#### 10. Технология «зеленых» процессов

Технологические аспекты внедрения «зеленых» химических процессов. Новое аппаратное оформление технологических процессов. Примеры цельных зеленых технологий.

#### 11. «Зеленая логистика»

Понятия «ресурсосбережение», «энергосбережение», «ресурсоемкость», «энергоемкость» «ресурсоэнергоэффективность», «экоэффективность». Основные понятия, концепции и методы логистики ресурсоэнергобережения («зеленой» логистики). Понятие энергоресурсосберегающих экологически безопасных, или «зеленых», цепей поставок. Стратегия «нулевых отходов» («Zero Waste») в «зеленых» цепях поставок. Прямые и обратные цепи поставок. Логистические системы и цепи поставок энергоресурсосберегающих производств и химических предприятий. Continuous Acquisition and Life-cycle Support – непрерывная интегрированная информационная логистическая поддержка всего ЖЦ химической продукции. «CALS»-технологии управления всеми этапами жизненного цикла продуктов и технологических установок.

Разработка ресурсоэнергоберегающих технологий переработки отходов с использованием принципов «зеленой» логистики. Оптимизация логистического управления минимизацией отходов в источниках их возникновения на всех этапах жизненного цикла химической продукции, Ресурсоэнергоберегающие экологически безопасные технологии переработки промышленных отходов на основе принципов «зеленой» логистики.

### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных презентационной и мультимедийной техникой, плакатами и имеющими доступ в Интернет; комплект электронных презентаций/слайдов предоставляется студентами для подготовки к каждохимии. Научно-образовательный центр. «ому занятию.

Самостоятельная работа студента обеспечивается доступностью всех учебных пособий по курсу на сайте кафедры и в системе LMS МФТИ, а также наличием учебных пособий и методической литературы в библиотеке МФТИ и в лабораторном практикуме кафедры, доступом в Интернет.

### 6.Перечень рекомендуемой литературы

#### Основная литература

1. Лунин В.В., Локтева Е.С., Голубина Е.В. Инновационные образовательные программы в области химии. Научно-образовательный центр. «Химия в интересах устойчивого развития – зеленая химия». – М.: Изд-во МГУ, 2007.
2. Green Chemistry, Theory and Practice, Anastas P., Warner J.C., Eds. – Oxford University Press: Oxford, 1998.

#### Дополнительная литература

1. Clark J., Masquarrie D. Handbook of Green Chemistry and Technology. – Blackwell Science: Oxford, 2002.
2. Green Chemical Reactions, Tundo P., Esposito V. Eds. – Springer, 2003.
3. Егоров В. В. Экологическая химия: учебное пособие. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Сайт Научно-образовательного центра «Химия в интересах устойчивого развития – зеленая химия». – <http://www.greenchemistry.ru/>
2. Промышленная биотехнология и зеленая химия - <http://green-chemistry.ru/>

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В образовательном процессе используются дистанционные занятия и вебинары с использованием коммуникационного программного обеспечения Zoom, сервиса видеотелефонной связи Google Meet, веб-сервиса Google Класс. Привлекаются материалы, размещенные на открытых образовательных платформах Coursera, Udemu, edX, а также материалы курса, размещенные в системе LMS на портале МФТИ.

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

Методической основой освоения курса является рабочая программа по дисциплине, которую следует использовать для подготовки к семинарским и лабораторным занятиям. Для успешного изучения дисциплины предлагается использовать разработанный комплекс учебно-методических материалов, размещенных в системе LMS на портале МФТИ и включающих:

- курс лекций в виде презентаций;
- задания для самостоятельной работы студентов;
- комплекс текущих тестовых заданий и контрольных работ в электронном и печатном виде для контроля знаний по предмету.

Лекции, читаемые преподавателем, являются основным ориентиром при изучении дисциплины. Самостоятельную работу с лекциями следует начинать с доработки конспекта, желательно в тот же день, пока время не стерло содержание лекции из памяти. С целью доработки необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой основной и дополнительной литературе и интернет-источникам, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Для закрепления материала студенту рекомендуется выполнять задания для самостоятельной работы, предложенные преподавателем.

Готовясь к практическим занятиям, студенту необходимо изучить основную и дополнительную литературу, интернет-ресурсы, выполнить задания для самостоятельной работы, а в отдельных случаях подготовить презентацию по заданной преподавателем теме. При использовании интернет-источников особое внимание следует уделить надежности сайта. Список рекомендованных интернет-ресурсов содержится в рабочей программе дисциплины.

При необходимости возможна организация аудиторных, он-лайн консультаций и консультаций с использованием электронной почты. При групповой консультации студентам рекомендуется конспектировать комментарии преподавателя не только к своим вопросам, но и вопросам сокурсников. Индивидуальные консультации направлены на углубление освоения основного материала, успешное написание курсовых и контрольных работ, творческих работ, заданий практики и сдаче экзамена по дисциплине.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Системный анализ и управление
<b>профиль подготовки:</b>	Системный анализ и управление в технических, экономических и социальных системах Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра логистических систем и технологий
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Экзамен	
<b>Разработчик:</b>	Т.М. Васильева, д-р техн. наук, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
ОПК-7 Способен принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе математических и естественно-научных дисциплин	ОПК-7.1 Грамотно и аргументированно формирует собственные суждения и оценки на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин
	ОПК-7.2 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физико-химические основы ресурсосберегающих технологий» обучающийся должен:

### знать:

- важнейшие принципы и направления развития «зеленой химии», ее основные понятия;
- современные стратегии развития мировой промышленности и программы производителей химической продукции, направленные на сохранение окружающей среды и достижение устойчивого развития общества;
- основные законодательные документы и стандарты, регламентирующие охрану окружающей среды в химической промышленности;
- основные подходы к «зеленому» химическому синтезу, принципы выбора исходных материалов, реагентов, растворителей, условий проведения реакций с точки зрения общей эффективности химического синтеза;
- экологические преимущества каталитических химических процессов, в том числе нетрадиционных методов активации химических реакций;
- перспективы использования возобновляемых источников сырья и возобновляемых источников энергии, их вклад в общее мировое энергетическое производство;
- мировые разработки в области «зеленой химии» и направления ее развития;
- основные концепции и важнейшие направления логистики ресурсоэнергосбережения («зеленой» логистики).

### уметь:

- оперировать ключевыми понятиями «зеленая химия» и «устойчивое развитие»;
- ориентироваться в современных тенденциях развития мировой химической промышленности и «зеленых» альтернативах традиционных химических технологий;
- анализировать и оценивать возможности «зеленых» технологий при решении практических логистических задач; выбирать оптимальные пути и методы проведения логистических операций с учетом принципов «зеленой химии»;
- оценивать эффективность проведения химических процессов и их риски с точки зрения их безопасности логистических операций, окружающей среды и человека, предлагать пути снижения рисков, базирующиеся на принципах «зеленой химии»;
- выявлять недостатки современной практики управления предприятиями как эколого-социально-экономическими системами, исходя из принципов «зеленой» химии и «зеленой» логистики (логистики ресурсоэнергосбережения).

### владеть:

- подходами к анализу логистических систем и технологий с позиций концепции «зеленой химии» и ресурсосберегающих технологий.
- знаниями основных понятий, принципов, воззрений, составляющих содержание концепции устойчивого развития;
- комплексной методологией разработки ресурсоэнергосберегающих экологически безопасных технологий переработки промышленных отходов на основе принципов «зеленой» логистики

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

### 3. Перечень типовых вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

#### *Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы и практическим занятиям и коллоквиумам:*

##### *Модуль 1 «Зеленая химия» – химия в интересах устойчивого развития. Описание «зеленых» процессов*

1. Отношение общества к химии. Пути решения экологических проблем химического производства. Основные черты химии будущего.
2. Определение «зеленой химии». Основные принципы «зеленой химии».
3. Главные направления развития «зеленой химии». «
4. Зеленый» химический синтез в сравнении с традиционным. «Зеленые» технологии в химической промышленности.
5. Система экологического менеджмента (EMS): понятие, ключевые элементы, цикл Деминга, базовый стандарт.
6. Основные принципы и цели регламента REACh. Регистрационные документы REACh.
7. OSOR концепция. Экомаркировка.
8. Система Классификации и Маркировки Химической Продукции
9. Принципы рассмотрения химической реакции с точки зрения «зеленой химии».
10. Критерии эффективности химических реакций: выход продукта, селективность, атомная эффективность, E-фактор и способы их расчета. Увеличение молекулярной сложности как основная стратегическая линия.
11. Принципы выбора исходных материалов, реагентов, растворителей, условий проведения реакций с точки зрения общей эффективности химического синтеза.

##### *Модуль 2 «Зеленый» химический синтез*

1. Критерии идеального химического синтеза.
2. Виды катализа. Типы и параметры катализаторов. Основные преимущества и недостатки гомогенного катализа. Пероксид водорода как "зеленый" окислитель. Биокатализ. Нанокатализаторы.
3. Нетрадиционные методы активации, примеры, преимущества.
4. Примеры "зеленых" гомогенных каталитических реакций.
5. Растворители в «зеленой химии» (сверхкритический CO<sub>2</sub>, вода, ионные жидкости).
6. Проведение химических процессов без растворителей. Твердофазные реакции.

##### *Модуль 3 Возобновляемые источники энергии и сырья. «Зеленая химия» и (нано)токсикология*

1. Проблемы энергосбережения. Возобновляемые источники энергии
2. Водородная технология. Топливные элементы.
3. Биомасса как источник энергии. Биоэтанол и биодизель.
4. Методология оценки риска. Управление промышленным риском с учетом технологических и экономических возможностей его предупреждения.
5. Нанотоксикология: основные аспекты и направления исследований.
6. Процессы конверсии биомассы.
7. Химические продукты из возобновляемых источников сырья.
8. Химические продукты, получаемые из биомассы. Полимерные материалы из возобновляемых источников сырья, биопластики.
9. Утилизация отходов пластмасс в ценные продукты.

##### *Модуль 4 «Зеленая логистика»*

1. Основные понятия, концепции и методы логистики ресурсоэнергосбережения («зеленой» логистики).
2. Понятие энергоресурсосберегающих экологически безопасных, или «зеленых», цепей поставок. Стратегия «нулевых отходов» («Zero Waste») в «зеленых» цепях поставок.
3. Прямые и обратные цепи поставок.

4. Continuous Acquisition and Life-cycle Support, «CALS»-технологии управления всеми этапами жизненного цикла продуктов и технологических установок.
5. Разработка ресурсоэнергосберегающих технологий переработки отходов с использованием принципов «зеленой» логистики. Оптимизация логистического управления минимизацией отходов на всех этапах жизненного цикла химической продукции.
6. Ресурсоэнергосберегающие экологически безопасные технологии переработки промышленных отходов на основе принципов «зеленой» логистики.

**Примеры билетов для коллоквиумов:**

*Модуль 1 «Зеленая химия» – химия в интересах устойчивого развития. Описание «зеленых» процессов*

**Вариант 1**

1. Определение «зеленой химии». Основные принципы «зеленой химии».
2. Система экологического менеджмента: понятие, ключевые элементы, цикл Деминга, базовый стандарт.
3. Охарактеризуйте опасность азотной кислоты в соответствии перечнем классов опасностей.

**Вариант 2**

1. Перечислите критерии, которым должна отвечать идеальная химическая реакция.
2. Что такое REACH? Основные принципы и цели регламента. OSOR концепция.
3. Сравнить по атомной эффективности два промышленных способа получения фенола из бензола.

**Вариант 3**

1. Глобальная система классификации и маркировки химических веществ: цель внедрения, классы опасности веществ, сигнальные слова, пиктограммы.
2. Приведите примеры «экономных» и «неэкономных» реакций с точки зрения принципа экономии атомов.
3. Сравнить атомную эффективность двух методов получения антрахинона.

**Вариант 4**

1. Сформулируйте принципы и цели программы мировых производителей химической продукции «Ответственная забота».
2. Меры повышения эффективности химических реакций.
3. Охарактеризуйте опасность бензола в соответствии перечнем классов опасностей.

*Модуль 2 «Основные принципы описания химических систем и протекания химических процессов»*

**Вариант 1**

1. Охарактеризуйте «зеленые» способы активации химических реакций.
2. Ионные жидкости, их строение, свойства, типичные представители. Преимущества ионных жидкостей перед классическими органическими растворителями.
3. Сравните фотохимический и не фотохимический промышленные методы получения капролактама. Обсудите объемы и природу образующихся отходов в каждом процессе, а также энергозатраты.

**Вариант 2**

1. Что такое биокатализ? Какие преимущества и недостатки биокаталитических методов?
2. Найдите в интернете информацию о методе получения гидрохинона, разработанном компанией Upjohn (Upjohn hydroquinone process). Сравните этот метод с классическим. Какие у них преимущества и недостатки?
3. Проведение химических процессов без растворителей. Твердофазные реакции.

**Вариант 3**

1. Каталитические реакции окисления. Пероксид водорода как «зеленый» окислитель.
2. Вода как «зеленый» растворитель: преимущества и недостатки. Особые свойства воды как растворителя, примеры использования.
3. Выберите любой крупнотоннажный химический продукт и обсудите на его примере, как продвинулся производственный процесс за последние 50 лет с точки зрения экологии и экономичности.

#### Вариант 4

1. Перечислите принципы интенсификации технологических процессов.
2. Обсудите преимущества и недостатки использования сверхкритической воды и CO<sub>2</sub> вместо органических растворителей.
3. Почему катализ оказывает меньшее экономическое и экологическое влияние при разработке тонких и фармацевтических продуктов?

*Модули 3 и 4 Возобновляемые источники энергии и сырья. «Зеленая химия» и (нано)токсикология / «Зеленая логистика»*

#### Вариант 1

1. Методы конверсии биомассы в топливо.
2. Нанотоксикология как новое направление исследований и новая дисциплина.
3. Основные понятия, концепции и методы логистики ресурсоэнергосбережения.

#### Вариант 2

1. Назовите и кратко охарактеризуйте направления замены пластмасс на их биоразлагаемые аналоги.
2. Водородная технология. Топливные элементы.
3. Токсичность химических веществ для человека и биосферы, период и пути разложения в природе, токсичность вторичных продуктов.

#### Вариант 3

1. Этанол как возобновляемый вид топлива: преимущества и недостатки.
2. Приведите примеры химических продуктов на основе целлюлозы, крахмала, сахаров.
3. Примеры цельных зеленых технологий.

#### Вариант 4

1. Биоразлагаемые полимеры. Утилизация отходов пластмасс.
2. Химические источники тока – принцип работы. Пути оптимизации химических источников тока.
3. Стратегия «нулевых отходов» («Zero Waste») в «зеленых» цепях поставок.

#### **Примерные темы рефератов:**

1. Прогресс науки и роль «зеленой химии» в современном мире
2. Государственные и международные программы, направленные на реализацию принципов зеленой химии
3. Принципы «зеленой» химии, «зеленой» логистики и «зеленой» техники
4. Стратегии и подходы к ресурсоэффективности
5. Система экологического менеджмента
6. Нетрадиционные системы получения и хранения энергии
7. Новые катализаторы для процессов химической энергетики
8. Биокатализ в промышленности
9. Технологии использования биомассы
10. Нанотоксикология: основные аспекты и направления исследований
11. Новое аппаратное оформление «зеленых» технологических процессов

#### **4. Перечень типовых вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся по итогам обучения**

1. Проблемы современного химического производства: нестабильность процессов, отходы, ограниченность углеводородного сырья и источников энергии.
2. Предмет и задачи «зеленой химии». Двенадцать принципов «зеленой химии» Пола Анастаса и Джона Уорнера. Направления развития «зеленой химии». Логистические аспекты «зеленой» химии.
3. «Зеленый» химический синтез и его основные критерии и особенности. Внедрение «зеленых» технологий в промышленное производство.
4. Проблемы современного химического производства: нестабильность процессов, отходы, ограниченность углеводородного сырья и источников энергии.
5. Зеленая химия как способ снижения негативного влияния химических производств.
6. Понятие «устойчивое развитие». Модель устойчивого развития и его показатели.
7. Реализация в химической промышленности концепции «Более чистое производство», "Более чистое производство" как актуальная стратегия развития мировой промышленности.
8. Модель устойчивого развития и его показатели.
9. Программа мировых производителей химической продукции «Ответственная забота» («Responsible Care») и Глобальная Стратегия Управления Продуктом (Global Product Strategy, GPS), вклад в устойчивое развитие.
10. Системы экологического менеджмента: ISO 14001, европейский эко-менеджмент и аудит (EMAS).
11. Законодательные документы, регламентирующие охрану окружающей среды в химической промышленности: требования к химической продукции Chemicals Policy, REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances).
12. Система Классификации и Маркировки Химической Продукции (Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals, GHS). Экомаркировка.
13. Основные требования к промышленным процессам, их этапы, характеристики, учет стадий.
14. Принципы рассмотрения химической реакции с точки зрения «зеленой химии».
15. Критерии эффективности химических реакций: выход продукта, селективность, атомная эффективность, E-фактор и способы их расчета. Примеры «экономных» и «неэкономных» реакций с точки зрения принципа экономии атомов.
16. E-фактор в различных отраслях химической промышленности, особенности фармацевтической отрасли. Увеличение молекулярной сложности как основная стратегическая линия.
17. Принципы выбора исходных материалов, реагентов, растворителей, условий проведения реакций с точки зрения общей эффективности химического синтеза.
18. Преимущества каталитических химических процессов перед некаталитическими с точки зрения «зеленой химии».
19. Типы катализаторов: гомогенные, гетерогенные, катализаторы фазового переноса, биокатализаторы. Регенерация и переработка катализаторов. Примеры «зеленых» гомогенных каталитических реакций.
20. Катализ наночастицами.
21. Ферменты и ферментативные способы удаления загрязнений и утилизации отходов.
22. Пероксид водорода как «зеленый» окислитель. Применение пероксида водорода для удаления вредных веществ из сточных вод, почвы, промышленных газовых выбросов.
23. Нетрадиционные методы активации химических реакций: ультразвуковая активация химических процессов, сонохимия. Микроволновая активация химических процессов.
24. Фотохимическая и плазмохимическая активация химических процессов. Экологические преимущества фотохимических и плазмохимических процессов.
25. Преимущества сверхкритических растворителей перед классическими. Примеры сверхкритических растворителей.

26. Вода как «зеленый» растворитель: преимущества и недостатки. Особые свойства воды как растворителя, примеры использования.
27. Ионные жидкости, типичные представители. Ионные жидкости из возобновляемых источников сырья. Преимущества ионных жидкостей перед классическими органическими растворителями.
28. Проведение химических процессов без растворителей. Твердофазные реакции.
29. Возобновляемые источники энергии и их вклад в общее мировое энергетическое производство. Водородная технология. Топливные элементы.
30. Биомасса как источник энергии. Этанол как возобновляемый вид топлива: преимущества и недостатки. Биоэтанол и биодизель.
31. Процессы конверсии биомассы: термолиз, пиролиз, газификация, гидротермолиз, ферментация, переработка в биогаз. Химические продукты из возобновляемых источников сырья.
32. Целлюлоза и крахмал как основные перерабатываемые компоненты биомассы. Полимерные материалы из возобновляемых источников сырья, биопластики. Утилизация отходов пластмасс в ценные продукты.
33. Токсичность химических веществ для человека и биосферы, период и пути разложения в природе, токсичность вторичных продуктов. Поверхностно-активные вещества (ПАВ), пестициды и др. токсиканты в окружающей среде.
34. Методология оценки риска: идентификация опасности, оценка воздействия, определение дозовой зависимости эффекта, расчет конкретного риска.
35. Управление промышленным риском с учетом технологических и экономических возможностей его предупреждения.
36. Нанотоксикология как новое направление исследований и новая дисциплина. Механизмы токсикологического действия наночастиц. Перспективы развития нанобиотехнологии.
37. Технологические аспекты внедрения «зеленых» химических процессов. Аппаратное оформление и примеры цельных зеленых технологий.
38. Основные понятия, концепции и методы логистики ресурсоэнергосбережения.
39. Понятие энергоресурсосберегающих экологически безопасных, или «зеленых», цепей поставок. Прямые и обратные цепи поставок.
40. Стратегия «нулевых отходов» («Zero Waste») в «зеленых» цепях поставок.
41. Логистические системы и цепи поставок энергоресурсосберегающих производств и химических предприятий. Continuous Acquisition and Life-cycle Support и «CALS»-технологии управления этапами жизненного цикла продуктов и технологических установок.
42. Разработка ресурсоэнергосберегающих технологий переработки отходов с использованием принципов «зеленой» логистики. Оптимизация логистического управления минимизацией отходов в источниках их возникновения на всех этапах жизненного цикла химической продукции.
43. Ресурсоэнергосберегающие экологически безопасные технологии переработки промышленных отходов на основе принципов «зеленой» логистики.

**Критерии оценивания:**

Оценка	Баллы	Критерии
Отлично	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;</li> <li>- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</li> <li>- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;</li> <li>- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;</li> <li>- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку с позиций государственной идеологии (по дисциплинам социально-гуманитарного цикла);</li> <li>- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
Хорошо	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;</li> <li>- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;</li> <li>- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;</li> <li>- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточные знания в объеме учебной программы;</li> <li>- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;</li> <li>- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;</li> <li>- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;</li> <li>- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
Удовлетворительно	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;</li> <li>- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;</li> <li>- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;</li> <li>- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;</li> <li>- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;</li> <li>- работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;</li> <li>- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;</li> <li>- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;</li> <li>- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;</li> <li>- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;</li> <li>- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
Неудовлетворительно	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;</li> <li>- знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;</li> <li>- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок;</li> <li>- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.</li> </ul>
	1	- отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

##### 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Текущий контроль проводится в период аудиторной и самостоятельной работы студентов в установленные сроки по расписанию. Рубежный контроль применяется в следующих формах:

- коллоквиумы по темам Модулей;
- оценка ответов на вопросы в процессе краткого (до 5 мин) выборочного устного опроса перед началом каждого практического занятия по материалам предыдущего занятия;
- оценка умения решать у доски и/или в письменном виде типовые примеры и/или задачи, рассматриваемые на практических занятиях;
- оценка активности и ответов на вопросы в соответствии с программой практических занятий;
- подготовка реферата и устных докладов и презентаций по предложенным преподавателем темам.

Текущий контроль предполагает сдачу 3 коллоквиумов, которые проводятся в течение семестра по окончании изучения Модуля 1, Модуля 2 и объединенного коллоквиума по темам Модулей 3 и 4. Коллоквиум проводится в виде собеседования по вопросам билета и решению задач. На подготовку ответа студенту дается 1 ак. час.

Для подготовки к коллоквиумам рекомендуется опираться на вопросы, представленные в рабочей учебной программе, и задачи, разбираемые на практических занятиях. Во время проведения коллоквиума обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины и справочными данными. Обучающийся должен проявить всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоить основную литературу и быть знакомым с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоить взаимосвязь основных понятий дисциплины, решать предложенные преподавателем задачи. Ответ студента на сдаче коллоквиума оценивается по критериям оценивания по устному опросу.

Формами контроля самостоятельной работы являются участие студентов в дискуссиях на семинарских занятиях, выполнение индивидуальных заданий, подготовка рефератов и выступление с докладами.

### ***Критерии оценивания по устному опросу***

Оценка	Критерии оценки
9-10 баллов	Выставляется, если обучающийся раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию данного предмета как учебной дисциплины; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя; успешно ответил на тестовые задания, правильно и обоснованно решил ситуационные задачи, продемонстрировал умение заполнять медицинскую документацию (отчетные и учётные формы). Возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.
7-8 баллов	Выставляется, если ответ обучающегося удовлетворяет в основном требованиям на отметку «отлично», но при этом имеет место один из недостатков: допущены одна - две неточности при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух неточностей при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные по замечанию преподавателя.
4-6 баллов	Выставляется в следующих случаях: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, имеются ошибки при ответах на тесты, неточности в решении ситуационных задач, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала, определенного учебной программой дисциплины.
1-3 балла	Выставляется в случаях, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или неполное понимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены грубые ошибки при ответах на вопросы собеседования, неправильно решены ситуационные задачи, допущены ошибки в ответах на тесты, не продемонстрировано умение заполнения медицинской документации; допущены ошибки в определении понятий при использовании специальной терминологии в рисунках, схемах, выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя.

Реферат – форма изложения и интерпретации идей, содержащихся в нескольких источниках (рекомендуется использовать не менее 10), которая требует умения сопоставлять и анализировать

различные точки зрения. Реферат, в отличие от конспекта, является новым, авторским текстом, что подразумевает новое изложение, систематизацию материала, особую авторскую позицию при сопоставлении различных точек зрения. Реферирование предполагает изложение какого-либо вопроса на основе классификации, обобщения, анализа и синтеза информации, полученной из нескольких литературных или интернет источников. Минимальный объем реферата 15 страниц, обязательно наличие заключения и выводов. Реферат оценивается по следующим критериям:

	Критерии	Показатели
	Авторская позиция	<ul style="list-style-type: none"> <li>- актуальность проблемы и темы;</li> <li>- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;</li> <li>- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.</li> </ul>
	Степень раскрытия сущности проблемы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие плана теме реферата;</li> <li>- соответствие содержания теме и плану реферата;</li> <li>- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;</li> <li>- обоснованность способов и методов работы с материалом;</li> <li>- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;</li> <li>- наличие заключения и выводов;</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.</li> </ul>
	Обоснованность выбора источников	<ul style="list-style-type: none"> <li>- круг, полнота использования литературных источников по проблеме;</li> <li>- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).</li> </ul>
	Соблюдение требований к оформлению	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильное оформление ссылок на используемую литературу;</li> <li>- грамотность и культура изложения;</li> <li>- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;</li> <li>- соблюдение требований к объему реферата;</li> <li>- культура оформления: выделение абзацев.</li> </ul>
	Грамотность	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей;</li> <li>- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;</li> <li>- литературный стиль.</li> </ul>

### ***Критерии оценивания рефератов***

Оценка	Критерии оценки
9-10 баллов	выставляется, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
7-8 баллов	выставляется, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты; в частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
4-6 баллов	выставляется, если имеются существенные отступления от требований к реферированию; в частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

1-3 балла	выставляется, если тема реферата не раскрыта, выявлено существенное непонимание проблемы или же реферат не представлен вовсе.
-----------	---

Презентации должны быть подготовлены в редакторе Power Point или его аналогах и содержать не менее 10 слайдов (не включая титульный слайд), обязательным является наличие слайда с выводами. Слайды должны располагаться в логической последовательности. Информация должна быть грамотно и наглядно представлена с научной точки зрения в виде таблиц, графиков, схем и т.д., основана на объективных данных.

По итогам лабораторных работ студентом должен быть подготовлен отчет, содержащий

- тему работы;
- цель работы;
- перечень или краткое описание оборудования, использованное при проведении опытов;
- необходимые схемы, таблицы результатов измерений и расчетов;
- расчетная, графическая или расчетно-графическая части, содержащие формулы, графики, диаграммы и т.д.;
- выводы с заключением о проделанной работе.

Защита отчета по лабораторной работе выполняется в виде устного ответа на контрольные вопросы преподавателя и обсуждения проделанного эксперимента. Студент должен понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

#### ***Критерии оценки лабораторных работ:***

Оценка	Критерии оценки
1-2 балла	Работа выполнена полностью. Работа без защиты.
4-3 балла	Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, неспособен ответить на дополнительные вопросы.
5 баллов	Работа выполнена полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по сущности рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
7-6 баллов	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
8 баллов	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
9-10 баллов	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.

Экзамен по дисциплине в 3 семестре является заключительным этапом изучения всего курса и имеет целью проверку знаний студентов по теории и выявление навыков их применения при решении практических задач, а также навыков самостоятельной работы с рекомендованными основной и дополнительной литературой.

Для успешной подготовки к экзамену обучающемуся следует тщательно разобрать конспекты лекций, источники литературы в также материалы практических занятий. Основное в подготовке - повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет. Для подготовки к экзамену рекомендуется опираться на вопросы, представленные в рабочей

учебной программе. Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой.

Обучающийся должен проявить всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоить основную литературу и быть знакомым с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии.

**Примеры билетов для экзамена:**

**Билет 1**

1. Системы экологического менеджмента: ISO 14001, европейский эко-менеджмент и аудит (EMAS).
2. Е-фактор в различных отраслях химической промышленности, особенности фармацевтической отрасли. Увеличение молекулярной сложности как основная стратегическая линия.
3. Нетрадиционные методы активации химических реакций: ультразвуковая активация химических процессов, сонохимия. Микроволновая активация химических процессов.
4. Логистические системы и цепи поставок энергоресурсосберегающих производств и химических предприятий. Continuous Acquisition and Life-cycle Support и «CALS»-технологии управления этапами жизненного цикла продуктов и технологических установок.

**Билет 2**

1. Проблемы современного химического производства: нестабильность процессов, отходы, ограниченность углеводородного сырья и источников энергии.
2. Процессы конверсии биомассы: термолиз, пиролиз, газификация, гидротермолиз, ферментация, переработка в биогаз. Химические продукты из возобновляемых источников сырья.
3. Пероксид водорода как "зеленый" окислитель. Применение пероксида водорода для удаления вредных веществ из сточных вод, почвы, промышленных газовых выбросов.
4. Стратегия «нулевых отходов» («Zero Waste») в «зеленых» цепях поставок.

**Билет 3**

1. «Зеленый» химический синтез и его основные критерии и особенности. Внедрение «зеленых» технологий в промышленное производство.
2. Критерии эффективности химических реакций: выход продукта, селективность, атомная эффективность, Е-фактор и способы их расчета. Примеры «экономных» и «неэкономных» реакций с точки зрения принципа экономии атомов.
3. Типы катализаторов: гомогенные, гетерогенные, катализаторы фазового переноса, биокатализаторы. Регенерация и переработка катализаторов. Примеры "зеленых" гомогенных каталитических реакций.
4. Понятие энергоресурсосберегающих экологически безопасных, или «зеленых», цепей поставок. Прямые и обратные цепи поставок.

**Билет 4**

1. Предмет и задачи «зеленой химии». Двенадцать принципов «зеленой химии» Пола Анастаса и Джона Уорнера. Направления развития «зеленой химии». Логистические аспекты «зеленой» химии.
2. Принципы выбора исходных материалов, реагентов, растворителей, условий проведения реакций с точки зрения общей эффективности химического синтеза.
3. Биомасса как источник энергии. Этанол как возобновляемый вид топлива: преимущества и недостатки. Биэтанол и биодизель.
4. Основные понятия, концепции и методы логистики ресурсоэнергосбережения.

