

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям


О.И. Чуприс

Регистрационный № УД-7435 /уч.

«Зеленые» технологии в химической промышленности

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальности:**

1-31 80 06 Химия

Профилизация: Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов

2019 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель дисциплины – получение студентом знаний о содержании и соотношении понятий «зеленая» экономика и «зеленая» промышленность, декаплинге, концепции химического лизинга, принципах зеленой химии и технологии, современных тенденциях использования принципов зеленой химии на предприятиях химической и фармацевтической промышленности и конкретных примерах инновационных разработок в области «зеленых» технологий в мире и Республике Беларусь.

Задачи дисциплины:

– сформировать у студентов иерархически выстроенную систему базовых представлений, раскрывающих концепции «зеленой» экономики и «зеленой» химии;

– обеспечить формирование на основе приобретенных базовых знаний научного мировоззрения, позволяющего развивать инновационные технологии для химической промышленности, которые безопасны для окружающей среды и здоровья как населения, так и персонала производственных предприятий.

Курс структурно разделен на пять разделов, которые отражают его внутреннюю логику и включают отдельные темы «зеленой» химии, органической химии, химии высокомолекулярных соединений, биохимии и физико-химических методов анализа.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием (магистра).

Учебная дисциплина относится к модулю «Инновационные химические технологии» компонента УВО.

Данный курс связан с такими дисциплинами, как «Введение в зеленую химию», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Высокомолекулярные соединения», «Аналитическая химия» и может быть прочитан после изучения указанных дисциплин.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Зеленые технологии в химической промышленности» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

специализированной компетенции:

СК-1 Быть способным провести оценку энерго- и ресурсоэффективности технологического процесса с учетом понимания сущности концепции «зеленой» экономики и «зеленой» промышленности и использовать принципы «зеленой» химии для разработки «зеленых» промышленных технологий.

В результате освоения дисциплины обучаемый должен:
знать:

- основное содержание и соотношение понятий «зеленая» экономика и «зеленая» промышленность;
- основы концепций декаплинга и химического лизинга;
- основные законодательные документы по безопасному обращению с химическими веществами;
- принципы зеленой химии и технологии;
- современные тенденции использования принципов зеленой химии на предприятиях химической и фармацевтической промышленности;
- конкретные примеры инновационных разработок в области «зеленых» технологий в мире и Республике Беларусь

уметь:

- провести анализ осведомленности предприятия о «зеленой» химии и её принципах;
- информировать специалистов предприятия о возможностях «зеленой» химии для повышения энерго- и ресурсоэффективности технологического процесса;
- использовать принципы «зеленой» химии и технологии для разработки «зеленых» технологических процессов

владеть:

- методологией анализа осведомленности предприятия о «зеленой» химии и её принципах;
- навыками выдачи рекомендаций по внедрению концепции химического лизинга;
- принципами «зеленой» химии и технологии для их эффективного использования в технологических процессах и научных исследованиях;
- навыками оценки и прогнозирования уменьшения воздействия химических веществ на окружающую среду и человека для достижения целей устойчивого развития.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина преподается в первом семестре. Общее количество часов для изучения дисциплины – 100, в том числе аудиторных часов – 38, из них: лекции – 20 часов (из них 6 ч. дистанционно), семинарские занятия – 8 часов (из них 6 ч. дистанционно), УСП – 10 часов (из них 8 часов внеаудиторный контроль).

Форма получения второй ступени высшего образования – очная.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

Количество зачетных единиц – 3.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Концепция «зеленой» экономики и «зеленой» промышленности как основа устойчивого развития

Определение понятий «зеленая экономика» и «зеленая промышленность» и соотношение между ними. Концепция ЮНИДО по «зеленой» промышленности для устойчивого развития. Двухкомпонентная стратегия «зеленой» промышленности. Декаплинг. Преимущества «зеленой» промышленности. Регулирование рационального использования химических веществ.

Раздел 2. Химический лизинг как инновационная бизнес-модель

Химический лизинг как сервисно-ориентированная бизнес-модель, позволяющая снизить нагрузку на окружающую среду. Отличие модели химического лизинга от классической схемы торговли товаром. Выгоды модели для производителя и потребителя. Примеры проектов химического лизинга.

Раздел 3. Принципы «зеленой» химической технологии

Исторические предпосылки, этапы и направления развития «зеленой» химии. Отличительные особенности экологических инноваций. Принципы «зеленой» химии и «зеленой» технологии. Основные метрики «зеленого» синтеза и «зеленой» технологии. Внедрение принципов «зеленой» химии и «зеленого» дизайна на предприятиях химической и фармацевтической отраслей.

Раздел 4. Практическая реализация принципов «зеленой» химии в технологических процессах

Тема 4.1. Дорожная карта устойчивой химической промышленности

Стратегический подход к международному регулированию производства и потребления химических веществ. Методы и процедуры, используемые при разработке технологической дорожной карты. Алгоритм разработки технологической дорожной карты отраслей реального сектора экономики. Дорожная карта химической промышленности Республики Беларусь.

Тема 4.2. Конверсия биомассы в платформенные молекулы

Успехи и проблемы производства альтернативных источников топлива и химического сырья. Технологии конверсии биомассы и их возможности.

Общие представления о платформенных молекулах. Реализация принципов «зеленой» химии в процессах конверсии биомассы в платформенные молекулы.

Тема 4.2. Биоразлагаемая упаковка

Биоразлагаемая упаковка как один из путей решения экологических проблем. История создания, классификация, проблемы, инновации и перспективы развития биоразлагаемой упаковки.

Тема 4.3. «Зеленые» растворители в промышленности. Технологические процессы с использованием биокатализа

Виды «зеленых» растворителей, их достоинства и недостатки. Примеры процессов, реализованных в промышленных условиях, с использованием «зеленых» растворителей. Общие представления о биокатализе и биокатализаторах. Молекулярное распознавание. Преимущества и недостатки биокатализа, способы решения проблем. Биокатализ в промышленности.

Раздел 5. «Зеленые» технологии в Республике Беларусь

Тема 5.1. Промышленность химических волокон РБ

Современное состояние производства химических волокон в мире и Республике Беларусь. Целлюлоза как самый распространенный биополимер и растворители целлюлозы. «Зеленая» химия на предприятиях текстильной промышленности.

Тема 5.2. Получение гидратцеллюлозных волокон традиционным и альтернативными методами

Общая схема процесса получения гидратцеллюлозного волокна. Проблемы, связанные с традиционным методом получения волокна. Альтернативные вискозному новые технологические процессы. «Зеленый» процесс получения гидратцеллюлозных волокон, разработанный в БГУ.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Количество часов внеауд. УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСП	Количество часов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Концепция «зеленой» экономики и «зеленой» промышленности как основа устойчивого развития	2				2		Эссе	
2	Химический лизинг как инновационная бизнес-модель	2		2 (ДО)			2	Реферат	
3	Принципы «зеленой» химической технологии	4 (ДО)		2			2	Диалог вопрос-ответ Составление аналитического обзора	
4	Практическая реализация принципов «зеленой» химии в технологических процессах								
4.1	Дорожная карта устойчивой химической промышленности	2					2	Составление аналитического обзора	
4.2	Конверсия биомассы в платформенные молекулы	2						Экспресс-опрос	
4.3	Биоразлагаемая упаковка	2		2 (ДО)				Диалог вопрос-ответ	
4.4.	«Зеленые» растворители в промышленности. Технологические процессы с использованием	2 (ДО)					2	Контрольная работа	

	биокатализа													
5	«Зеленые» технологии в Республике Беларусь													
5.1	Промышленность химических волокон РБ	2					2 (ДО)							Диалог вопрос-ответ
5.2.	Получение гидратцеллюлозных волокон традиционным и альтернативными методами	2												Экспресс-опрос
	Итого	20					8						2	8

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы:

1. J.Clark, D.Masquarrie. Handbook of Green Chemistry. – Blackwell, 2002.
2. P.Tundo, V.Esposito. Green Chemical Reactions. – Springer, 2003.
3. Тарасова Н.П. и др. Зеленая химия и российская промышленность// Вестник российской академии наук. – 2013, Т. 83, № 11.– С. 1 – 8.
4. Инициатива ЮНИДО в области «зеленой» промышленности по устойчивому промышленному развитию. Организация Объединенных Наций по промышленному развитию. – Вена, 2011. – 44 с.
5. Patil K.D. Review of Green Chemical Technologies for sustainable Development in chemical Process Industries// Journal of Current Trends in chemical Engineering. – 2014, Vol.2, Issue 2. – P.1 – 8.
6. Road Map Document for a Sustainable Chemical Industry. – Energ-Ice Project. 2013. – 41 p.
7. Lapkin A.A. Metrics of Green Chemical Technology // University of Bath, Department of Chemical Engineering, 2002, 30 p.
8. Г.Я. Кабо, А.В. Блохин, В.В. Смирский, О.А. Ивашкевич. Использование растительной биомассы для производства различных видов топлива в Республике Беларусь // Химические проблемы создания новых материалов и технологий: сборник статей. Выпуск 3 / под ред. О.А. Ивашкевича. – Минск: БГУ, 2008.
9. Савицкая Т.А., Кимленко И.М., Матюшенко Е.А. Введение в «зеленую» химию: Беларусь и страны Вышеградской четверки: опорный конспект лекций для студентов специальности «Химия» (по направлениям). – Минск: Изд. Центр БГУ, 2016.

Перечень дополнительной литературы:

1. Зеленая химия в России: сборник статей / под ред. В. Лунина, П.Тундо,Е.Локтевой. – Изд-во Моск. ун-та, – 2004.
2. Donat P.M. Green Synthesis from Biomass// Chemical and Biological Technologies in Agriculture. – 2014, Vol.1, Issue 4. – 8 p.
3. Choudhury A.K. Green Chemistry and Textile Industry// Journal of Textile Engineering and Fashion Technology. – 2017, vol.2, issue 3. – P. 351–361.
4. Sharma V. Applicability of Green Chemistry in Pharmaceutical Processes/Pharma BioWorld. – 2015, Issue March. – P. 34 –36.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

1. Написание эссе по разделу «Концепция «зеленой» экономики и «зеленой» промышленности как основа устойчивого развития»
2. Подготовка и защита реферата по разделу «Химический лизинг как сервисно-ориентированная бизнес-модель»
3. Экспресс-опрос на лекции по темам «Конверсия биомассы в платформенные молекулы» (раздел «Практическая реализация принципов «зеленой» химии в технологических процессах»), «Получение гидратцеллюлозных волокон традиционным и альтернативными методами» (раздел «Зеленые» технологии в Республике Беларусь»)
4. Диалог вопрос–ответ на лекции по разделу «Принципы «зеленой» химической технологии», темам «Биоразлагаемая упаковка» (раздел «Практическая реализация принципов «зеленой» химии в технологических процессах»), «Промышленность химических волокон РБ» (раздел «Зеленые» технологии в Республике Беларусь»)
5. Контрольная работа по теме «Зеленые» растворители в промышленности. Технологические процессы с использованием биокатализа» (раздел «Практическая реализация принципов «зеленой» химии в технологических процессах»)
6. Составление аналитического обзора по разделу «Принципы «зеленой» химической технологии», теме «Дорожная карта устойчивой химической промышленности» (раздел «Практическая реализация принципов «зеленой» химии в технологических процессах»)

При оценивании эссе и аналитического обзора обращается внимание на содержание и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления.

При оценке в формате экспресс-опроса и диалога вопрос-ответ учитывается вовлеченность студента в беседу, наличие грамотной аргументации, привлечение знаний, полученных в ходе предыдущих лекционных занятий.

При оценивании реферата обращается внимание на содержание и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления.

Форма текущей аттестации - экзамен. Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (приказ ректора БГУ от 18.05.2015 № 382-ОД);
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2013).

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на семинарских занятиях – 25 %;
- выполнение заданий (составление аналитических обзоров, контрольная работа) – 30 %;
- реферат – 25 %.
- эссе – 20 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Весовая оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

1. **Тема:** «Концепция «зеленой» экономики и «зеленой» промышленности как основа устойчивого развития», 2 часа.

Задание 1. Раскрыть содержание понятий «зеленая» экономика и «зеленая» промышленность.

Задание 2. Проанализировать результаты социологического исследования осведомленности предприятий российской химической промышленности о «зеленой» химии.

Перечень средств диагностики:

Эссе.

2. **Тема:** «Химический лизинг как инновационная бизнес-модель», 2 ч.

Задание 1. Охарактеризовать суть концепции химического лизинга.

Задание 2. Привести примеры реализованных лизинг-проектов.

Перечень средств диагностики:

Реферат.

3. **Тема:** «Принципы «зеленой» химической технологии, 2 часа

Задание 1. Сформулировать принципы «зеленой» химической технологии.

Задание 2. Проанализировать концепцию дизайна более безопасного по своей природе (inherently safer design).

Задание 3. Привести примеры внедрения принципов «зеленой» технологии на предприятиях химической и фармацевтической промышленности.

Перечень средств диагностики:

Диалог вопрос-ответ

Составление аналитического обзора

4. **Тема:** «Дорожная карта устойчивой химической промышленности», 2 часа

Задание 1. Охарактеризовать дорожную карту устойчивой химической промышленности.

Задание 2. Привести примеры предприятий, успешно реализующих дорожную карту устойчивой промышленности

Перечень средств диагностики:

Составление аналитического обзора

5. **Тема:** «Зеленые» растворители в промышленности. Технологические процессы с использованием биокатализа», 2 часа

Задание 1. Проанализировать виды «зеленых» растворителей, используемых в промышленности, их достоинства и недостатки.

Задание 2. Проанализировать особенности технологических процессов с использованием биокатализа и примеры реализованных в промышленных условиях.

Перечень средств диагностики:
Контрольная работа

Примерная тематика семинарских занятий

1. Экологические инновации. Проекты химического лизинга.
2. Реализация принципов «зеленой» химии и «зеленого» дизайна на предприятиях химической и фармацевтической отраслей.
3. Биоразлагаемая упаковка и решение этой экологической проблемы в Республике Беларусь.
4. Традиционные и альтернативные технологии получения гидратцеллюлозных волокон. Разработки белорусских ученых.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса *используются методы и приемы развития критического мышления*, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; понимания информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

При организации образовательного процесса используется *метод проектного обучения*, который предполагает приобретение студентами навыков для решения исследовательских, научных, предпринимательских и коммуникационных задач.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется:

1. Разработка и составления банка групповых или индивидуальных заданий; пояснение основных требований к их выполнению;

2. Использование современных информационных технологий: размещение в сетевом доступе комплекса учебных и учебно-методических материалов (программа учебной дисциплины, задания в тестовой форме, темы кратких рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Инновационные технологии в прикладной аналитической химии	Аналитической химии	нет	Согласование не требуется Протокол № 11 каф.физической химии От 24.06.2019 Протокол № 13 каф.радиационной химии и химико-фармацевтических технологий От 24.06.2019
Хемоинформатика	Неорганической химии	нет	Согласование не требуется Протокол № 11 каф.физической химии От 24.06.2019 Протокол № 13 каф.радиационной химии и химико-фармацевтических технологий От 24.06.2019

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на _____ / _____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры физической химии химического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № ____ от _____ г.)

Заведующий кафедрой

доктор химических наук,

профессор _____

(ученая степень, ученое звание) (подпись)

В.В. Паньков

(И.О.Фамилия)

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры радиационной химии и химико-фармацевтических технологий химического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № ____ от _____ г.)

Заведующий кафедрой

доктор химических наук,

профессор _____

(ученая степень, ученое звание) (подпись)

О.И. Шадыро

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

доктор химических наук,

член-корр. НАН Беларуси _____

(ученая степень, ученое звание) (подпись)

Д.В. Свиридов

(И.О.Фамилия)