

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1158115	Экологические аспекты современной химии и технологии

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Химическая технология органических материалов и биологически активных веществ 2. Химическая технология природных энергоносителей, продуктов нефтехимии и полимеров 3. Организация производства лекарственных средств	<b>Код ОП</b> 1. 18.04.01/33.02 2. 18.04.01/33.03 3. 18.04.01/33.06
<b>Направление подготовки</b> 1. Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 18.04.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Бельская Наталия Павловна	доктор химических наук, профессор	Профессор	технологии органического синтеза
2	Струкова Мария Николаевна	кандидат экономических наук, доцент	Доцент	химической технологии топлива и промышленной экологии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Экологические аспекты современной химии и технологии

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает две дисциплины: «Зеленая химия» и «Экологические аспекты производственной деятельности», которые в настоящее время определяют основные направления решения проблем связанных с созданием экологически чистых производств химической промышленности. Наиболее перспективное направление – «зеленая химия» - использует подход, который основан на разработке новых промышленных процессов, в которых не используются экологически опасные реагенты и растворители, условия процесса или их использование сведено к минимуму. Вторая дисциплина является традиционным подходом к созданию экологически чистого производства и связана с разработкой и использованием методов переработки, утилизации, уничтожения экологически опасных побочных и отработанных реагентов, растворителей, газообразных отходов химических производств таким образом, чтобы ликвидировать экологическую опасность или бы снизить ее до допустимых значений.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Экологические аспекты производственной деятельности	3
2	Зеленая химия	3
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	1. Тенденции современной органической химии
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	1. Экологическая и промышленная безопасность предприятий переработки природных энергоносителей 2. Химическая технология продуктов нефтехимии и полимерных материалов

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Зеленая химия	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>

	ПК-5 - Способен управлять промышленным производством лекарственных средств	<p>З-1 - Характеризовать основные принципы зеленой химии</p> <p>У-1 - Оценивать согласованность химических процессов принципам зеленой химии</p> <p>П-1 - Предлагать способы соответствия технологических процессов принципам зеленой химии</p>
Экологические аспекты производственной деятельности	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом</p>

		экономических, экологических, социальных ограничений Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности
	ПК-5 - Способен управлять промышленным производством лекарственных средств	З-2 - Определять требования санитарного режима, охраны труда, пожарной безопасности, охраны окружающей среды, порядок действий при чрезвычайных ситуациях У-2 - Обосновывать внедрение прогрессивных технологических решений в процессах производства лекарственных средств П-2 - Осуществлять управление комплексными научно-техническими проектами с целью внедрения прогрессивных технологических решений в существующий процесс производства лекарственных средств

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и очно-заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Экологические аспекты производственной**  
**деятельности**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Струкова Мария Николаевна	кандидат экономических наук, доцент	Доцент	химической технологии топлива и промышленной экологии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р 1.	Введение в предмет.	Экологическая ситуация. Проблемы, причины (физическая Картина Мира), роль культуры. основополагающие определения и принципы промышленной экологии.
Р 2.	Универсальная Картина Мира.	Учение В.И. Вернадского о биосфере, основы экологии: экосистема, биологический круговорот веществ, биологическое разнообразие - главный ресурс планеты. Природные катастрофы и чрезвычайные ситуации техногенного характера. Концепция охраны окружающей природной среды. Эколого-правовая ответственность. Возмещение вреда природной среде
Р 3.	Взаимодействие предприятия и окружающей среды.	Экологические аспекты. Изъятие ресурсов: земли, воды, леса, воздуха. Химическое загрязнение: выбросы, сбросы, отходы. Физическое загрязнение: шум, вибрация, тепло, ЭМП.
Р 4.	Технико-технологические действия регулирования экологических аспектов.	Наилучшие доступные технологии. Информационно-технические справочники. Снижение выбросов с помощью пыле и газулавливания. Снижение водопотребления: прямоточные, оборотные, замкнутые водохозяйственные системы. Очистка сточных вод. переработка отходов.
Р 5.	Государственное регулирование мер экологической безопасности.	Экологическое законодательство: законы № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды", № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха", № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления", № 128-ФЗ "Об экологической экспертизе", № 99-ФЗ "О лицензировании". Экологическое нормирование: ПДВ, НДС,



		ПНООЛР и паспортизация отходов. Производственный экологический контроль. Экономика природопользования: платежи, возмещение ущерба, страхование, экономическое стимулирование. Государственный экологический надзор: федеральный и региональный. № 294-ФЗ "О защите прав...". Виды юридической ответственности.
<b>Р 6.</b>	Добровольные инструменты регулирования экологических аспектов.	Система экологического менеджмента (СЭМ); понятие, функции, основные задачи, механизм внедрения. Разработка экологической политики и обязательств предприятия и организации. Определение приоритетных экологических аспектов деятельности предприятия на основе экспертных оценок и балльной шкалы снижения удельных показателей воздействия на окружающую среду. Экологические цели и задачи. Критерии и показатели оценки результатов достижения поставленных экологических целей и задач. Структура системы экологического менеджмента; модель СЭМ. Установление лиц и сторон, заинтересованных в экологических аспектах деятельности предприятия. Методы и практические подходы к минимизации отрицательного воздействия производства на окружающую среду и минимизации использования природных ресурсов. Основные понятия экологического аудита: аудитор, аудиторская организация, заказчик аудита, технический эксперт, критерии аудита, свидетельства аудита. Организация, структура и состав аудита. Требования к аудиторам, их права и обязанности. Этапы проведения экологического аудита: этап подготовительных работ; планирование программы экологического аудита; основной этап – проведение аудита; заключительный этап. Внедрение результатов экологического аудита. Программа аудита эффективности природоохранных сооружений, оборудования и технологий.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Экологические аспекты производственной деятельности

#### Электронные ресурсы (издания)

1. , Иванов, Н. И., Фадин, И. М.; Инженерная экология и экологический менеджмент : учебник.; Логос, Москва; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89785> (Электронное издание)

2. ; Экологический менеджмент и экологический аудит : учебное пособие.; Уфимский государственный университет экономики и сервиса, Уфа; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272473> (Электронное издание)

3. Васина, М. В.; Экологический менеджмент и аудит : учебное пособие.; Издательство ОмГТУ, Омск; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493456> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. ; Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1999 (72 экз.)

2. , Игнатъева, М. Н., Карелов, С. В., Мочалова, Л. А., Пахальчак, Г. Ю., Советкин, В. Л., Ярошенко, Ю. Г.; Оценка и пути достижения экологической чистоты металлургического производства : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Металлургия".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2008 (9 экз.)

3. Пахомова, Н. В.; Экономика природопользования и экологический менеджмент : Учебник для вузов.; С.-Петербург. гос. ун-т, Санкт-Петербург; 1999 (6 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Зональная научная библиотека УрФУ. – URL: <http://lib.urfu.ru/>

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

3. Полнотекстовая БД по строительству, архитектуре, техническим наукам - <http://www.iprbookshop.ru/>

4. Институт научной информации по общественным наукам РАН (ИНИОН РАН). – URL: <http://www.inion.ru/>

5. Научная библиотека МГУ. – URL: <http://nbmgu.ru/>

6. Национальная электронная библиотека. – URL: <https://elibrary.ru/>

7. Российская государственная библиотека (РГБ). – URL: <http://www.rsl.ru/>

8. Российская национальная библиотека (РНБ). – URL: <http://www.nlr.ru/>

9. Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: [http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

10. Служба тематических толковых словарей. – URL: <http://www.glossary.ru/>

11. «Кокс и химия» - научно-технический и производственный журнал

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

2. <http://yandex.ru>, <http://google.ru>, <http://rambler.ru> – поисковые системы в Интернет

3. Сайт журнала «Кокс и химия»: [http://www.metallurgizdat.com/content.php?puid\\_name=journal2](http://www.metallurgizdat.com/content.php?puid_name=journal2)

4. [microsoft.com/ru-ru/edge](http://microsoft.com/ru-ru/edge), [mozilla.org/firefox/new/](http://mozilla.org/firefox/new/), [google.com/chrome/](http://google.com/chrome/) - браузеры

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Экологические аспекты производственной деятельности

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Зеленая химия**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Мусяк Вера Васильевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Преподаватель	ФГБУН Институт органического синтеза им. И.Я.Постовского Ур/О /РАН/ лаборатория асимметрического синтеза
2	Утепова Ирина Александровна	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	органической и биомолекулярной химии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Определение понятия «зеленая химия». Понятие «устойчивое развитие». Зеленая химия как химия устойчивого развития. События XX века, являвшиеся предпосылками возникновения зеленой химии: изменение отношения к использованию пестицидов, талидомидовая трагедия, болезнь Минаматы, катастрофа в Севезо, Лав-канал, Бхопальская катастрофа. Инициатива «Ответственная забота»: цели и задачи, охват (в том числе в России), доводы «за» и «против». Возникновение дисциплины «Зеленая химия». Пол Анастас – «отец» зеленой химии. Двенадцать принципов зеленой химии.
P2T3	Третий принцип зеленой химии.	Третий принцип зеленой химии: безопасные реагенты. Исторические примеры техногенных катастроф, связанных с использованием опасных реагентов. Углеводы как «зеленые» реагенты. Биоэтанол, гидролизный спирт. Глюкоза – источник энантимерно чистых ненасыщенных «строительных блоков». Возможность химической трансформации D-фруктозы и D-ксилозы. Диалкилкарбонаты как «зеленые» реагенты. Способность диалкилкарбонатов выступать в роли алкоксикарбонилирующих агентов (альтернатива фосгену) и алкилирующих агентов (альтернатива диметилсульфону). Двойственность химической природы диалкилкарбонатов с точки зрения ЖМКО. Синтез диметилкарбоната. Использование органических пероксидов в качестве «зеленых» алкилирующих агентов.
P2T4	Четвертый принцип зеленой химии.	Четвертый принцип зеленой химии: безопасные продукты. Понятия токсичности, токсиканта, токсина, ксенобиотика.

		<p>Токсичность как функция дозы, времени воздействия и способа воздействия. Зеленая токсикология, ее роль в проведении безопасного синтеза. Механизм предсказания токсичности синтезируемых соединений: использование информации о механизме действия аналогичных веществ; использование количественных связей «структура–активность» (метод QSAR). Использование сведений о токсикокинетике веществ для проведения безопасного синтеза. Токсикокинетика: абсорбция, распределение, метаболизм, выведение. Правило Липински, теория жестких и мягких лекарств. Понятие биодоступности.</p>
<b>P2T5</b>	<p>Пятый принцип зеленой химии.</p>	<p>Пятый принцип зеленой химии: безопасные растворители. Требования к «зеленым» растворителям. Четыре класса безопасности растворителей по классификации FDA: крайне нежелательные в использовании растворители, умеренно токсичные, наименее токсичные. Замена опасных растворителей на растворители II-III классов безопасности. Потребность в поиске альтернативы хлорсодержащим растворителям, диполярным апротонным растворителям. «Зеленые» растворители: диалкилкарбонаты, гамма валеролактон, n-бутанол, глицерин, молочная кислота и ее этиловый эфир, 2- метилтетрагидрофуран, циклопентилметилловый эфир.</p> <p>Вода как «зеленый» растворитель: достоинства и недостатки. Влияние гидрофобного эффекта на протекание реакции Дильса-Альдера. Реакции «on-water». Особенности протекания реакций в воде в присутствии кислот Льюиса и Брэнстеда, поверхностно-активный катализ. Проведение реакций кросс-сочетания в воде. Понятие сверхкритического флюида. Использование сверхкритического CO<sub>2</sub> (scCO<sub>2</sub>) в качестве «зеленого» растворителя: достоинства и недостатки. Влияние плотности scCO<sub>2</sub> на протекание реакции. Примеры использования scCO<sub>2</sub> в качестве экстрагента и подвижной фазы для хроматографии.</p> <p>Понятие ионных жидкостей (IL). Использование IL в качестве «зеленых» растворителей: достоинства и недостатки. Строение IL, типичные катионы и анионы. IL с дополнительными функциями. Применение IL в органическом синтезе и в электроосаждении металлов</p> <p>Проведение реакций без растворителя: особенности метода. Достоинства и недостатки этого подхода с точки зрения зеленой химии. Примеры проведения реакций при растирании (пестик–ступка), в шаровой мельнице и без механического воздействия.</p>
<b>P2T6</b>	<p>Шестой принцип зеленой химии.</p>	<p>Шестой принцип зеленой химии: экономия энергии. Энергозатраты стандартного лабораторного синтеза. Противоречие шестого принципа с третьим и пятым принципами зеленой химии. Метатезис алкенов – каталитический процесс, протекающий при комнатной температуре. Общий принцип, механизм реакции, классификация, примеры.</p>

P2T7	Седьмой принцип зеленой химии	Седьмой принцип зеленой химии: использование возобновляемого сырья. Возобновляемые источники энергии: ветровая, солнечная, гидроэнергия. Особенности этих источников, достоинства и недостатки, широта использования. Биомасса как важный возобновляемый источник энергии. Три поколения используемого сырья. Продукты термической и (био)химической конверсии биомассы, их использование. Возможность использования CO <sub>2</sub> в качестве возобновляемого источника энергии. Возобновляемые химикаты: полимеры и мономеры.
P2T8	Восьмой принцип зеленой химии.	Восьмой принцип зеленой химии: минимальное использование стадий. Обоснование этого принципа. Примеры многокомпонентных реакций: реакции Грико, Ганча, Биджинелли, Штреккера. Условия проведения one-pot синтеза, примеры. Использование ферментативного катализа для сокращения числа стадий.
P2T9	Девятый принцип зеленой химии.	Девятый принцип зеленой химии: использование каталитических процессов. Влияние использования катализа на величину E-фактора процесса на примере синтеза гидрохинона, флороглюцина. Атомная эффективность каталитических процессов. Каталитическое метилирование органическими пероксидами – «зелеными» реагентами. Метатезис алкенов – каталитический процесс, протекающий при комнатной температуре. Использование ферментативного катализа для сокращения числа стадий синтеза.
P2T10	Десятый принцип зеленой химии.	Десятый принцип зеленой химии: способность продуктов синтеза к безопасному разложению. Безопасный метаболизм, теория жестких и мягких лекарств. Одиннадцатый принцип зеленой химии: аналитический контроль текущих процессов. Принципы зеленой аналитической химии. Двенадцатый принцип зеленой химии: безопасность химических процессов.
P2T2	Второй принцип зеленой химии	Второй принцип зеленой химии: эффективность процесса. Выход реакции как параметр эффективности процесса. Сравнение линейного и конвергентного подходов. Селективность как параметр эффективности процесса: хемоселективность, региоселективность, диастереоселективность. Атомная эффективность как параметр эффективности процесса и метрика зеленой химии. Неэкономные реакции: замещение, отщепление, окисление. Экономные реакции: присоединение, перегруппировка. Преимущества каталитических процессов на примере окисления ароматических спиртов, перегруппировки Бекмана.  Основные метрики зеленой химии: E-фактор, атомная эффективность, массовая интенсивность процесса. Формулы расчета метрик, учитываемые величины, достоинства и недостатки. Сравнение метрик зеленой химии.
P2T1	Первый принцип зеленой химии.	Первый принцип зеленой химии: предотвращение образования отходов. E-фактор как метрика зеленой химии. Значения E-фактора для разных типов производства. Зависимость E-фактора от выбранной стратегии синтеза на примере флороглюцина (синтез исходя из тринитротолуола, исходя из



		лактона триуксусной кислоты, биохимический синтез). Зависимость E-фактора от выхода целевого продукта.
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Зеленая химия

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Тырков, А. Г.; «Зеленая химия». Современные тенденции, возможности и ограничения : учебное пособие.; Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», Астрахань; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/108838.html> (Электронное издание)
2. , Иванов, Н. И., Фадин, И. М.; Инженерная экология и экологический менеджмент : учебник.; Логос, Москва; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89785> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Лунин, В. В., В. Ф., В. Г., Б. Н., И. В., Е. С., С. С., Лунин, В. В., Тундо, П., Локтева, Е. С.; Зеленая химия в России : сб. ст.; Изд-во Моск. ун-та, Москва; 2004 (1 экз.)
2. , Пегов, С. А., Солобоев, И. С.; Экологически чистое производство: подходы, оценка, рекомендации : учебно-методическое пособие.; УфЦПРП, Екатеринбург; 2000 (20 экз.)
3. Травень, В. Ф.; Органическая химия : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Хим. технология и биотехнология" и хим.-технол. напр. подгот. дипломир. специалистов : В 2 т. Т. 1. ; Академкнига, Москва; 2004 (2 экз.)
4. Травень, В. Ф.; Органическая химия : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Хим. технология и биотехнология" и хим.-технол. напр. подгот. дипломир. специалистов : В 2 т. Т. 2. ; Академкнига, Москва; 2004 (2 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Зональная научная библиотека УрФУ. – URL: <http://lib.urfu.ru/>

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

Полнотекстовая БД по строительству, архитектуре, техническим наукам - <http://www.iprbookshop.ru/>

Институт научной информации по общественным наукам РАН (ИНИОН РАН). – URL: <http://www.inion.ru/>

Научная библиотека МГУ. – URL: <http://nbgmu.ru/>

Национальная электронная библиотека. – URL: <https://elibrary.ru/>

Российская государственная библиотека (РГБ). – URL: <http://www.rsl.ru/>

Российская национальная библиотека (РНБ). – URL: <http://www.nlr.ru/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: [http://book.uraic.ru/el\\_library](http://book.uraic.ru/el_library)

<http://www.scopus.com/> (библиографическая и реферативная база данных компании Elsevier)

<http://elibrary.ru/> (научная электронная библиотека)

<http://www.nature.com/nchem> (издательство журнала Nature Chemistry)

<http://pubs.asc.org> (издательство American Chemical Society)

<https://www.reaxys.com/> (база данных по химическим наукам от компании Elsevier)

<https://scifinder.cas.org/> (база данных Chemical Abstracts Service)

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search> (база данных научного цитирования)

<https://onlinelibrary.wiley.com/> (международное издательство John Wiley & Sons)

<https://link.springer.com/> (международное издательство Springer Science+Business Media)

<https://www.rsc.org/> (научное сообщество Соединённого Королевства)

<https://www.sciencedirect.com/> (база данных от компании Elsevier)

<https://www.tandfonline.com/> (международное научное книжно-журнальное издательство)

<https://www.science.org/> (журнал Американской ассоциации содействия развитию науки)

<https://www.cell.com/> (Cell Press - издательство корпорации Elsevier)

<https://www.annualreviews.org/journal/physchem> («Annual Reviews» - американское издательство книг и журналов)

<https://elsevierscience.ru/> (издательство Elsevier)

<https://www.iucr.org/> (международное научное объединение кристаллографов)

<https://ccdc.cam.ac.uk/> (База структурных данных Кембриджского кристаллографического центра)

<https://www.asbmb.org/> (Американское общество биохимии и молекулярной биологии)

<https://www.turpion.org/> (издательство Turpion Limited)

<https://www.mdpi.com/> (издатель научных журналов с открытым доступом)

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Зеленая химия

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Браузер Google Chrome или Mozilla Firefox