


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:

декан естественно-  
географического факультета

  
С.В. Жеглов  
«30» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Зеленая химия

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
Магистратура

Направление подготовки 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки Органическая химия

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный, 2 года

Факультет (институт) естественно-географический

Кафедра химии

Рязань, 2018

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины Зеленая химия является развитие у студентов компетенций в области организации безопасного производства химических продуктов на основе двенадцати принципов «зеленой химии», ознакомить студентов с уже реализованными «зелеными» технологиями и стратегией действий на пути к устойчивому развитию общества.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина Зеленая химия относится к вариативной части Блока 1 и является дисциплиной по выбору.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

- Актуальные задачи современной химии

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Научно-исследовательская работа
- Подготовка и защита ВКР

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

| № п/п | Номер/индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части)   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине<br>В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:  |  |   |
|-------|--------------------------|---|--|--|---|
|       |                          |   | Знать  | Уметь  | Владеть (навыками)  |
| 1     | 2                        | 3   | 4  | 5  | 6   |
| 1.    | ОПК-1                    | способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач | основные загрязнители окружающей среды и их источники;<br>основные принципы зеленой химии;<br>новейшие каталитические процессы, обладающие высокой атомной эффективностью;<br>принципы использования локальных источников энергии для активации молекул (фотохимия, микроволновое излучение), позволяющие снизить затраты энергии;<br>принципы замены традиционных органических растворителей на безвредные, экологически чистые растворители; | оценивать степень экологичности химической реакции (атомную эффективность, E-критерий и др.);<br>оценивать потенциал вновь синтезированных соединений как опасных веществ или загрязнителей; | навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой |
| 2.    | ПК-2                     | владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии  | пути эффективного использования возобновляемого сырья в качестве источника углерода  | разрабатывать схему синтеза органических соединений на основе принципов зеленой химии.   | навыками ведения поиска и ориентирования в библиографии.                    |

|  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|---|--|--|
|  |  |  | в химической промышленности; биотехнологические подходы к получению химических веществ. |  |  |
|--|--|--|---|--|--|

## 2.5 Карта компетенций дисциплины.

| КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ  |   |  |                         |  |   |
|---|---|--|-------------------------|--|---|
| НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Зеленая химия   |   |  |                         |  |   |
| Цель дисциплины   |   | развитие у студентов компетенций в области организации безопасного производства химических продуктов на основе двенадцати принципов «зеленой химии», ознакомить студентов с уже реализованными «зелеными» технологиями и стратегией действий на пути к устойчивому развитию общества.  |                         |  |   |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции |   |  |                         |  |   |
| КОМПЕТЕНЦИИ   |   | Перечень компонентов   | Технологии формирования | Форма оценочного средства                        | Уровни освоения компетенции   |
| ИНДЕКС  | ФОРМУЛИРОВКА  |  |                         |  |   |
| ОПК-1   | способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач | Знать основные загрязнители окружающей среды и их источники; основные принципы зеленой химии; новейшие каталитические процессы, обладающие высокой атомной эффективностью; принципы использования локальных источников энергии для активации молекул (фотохимия, микроволновое излучение), позволяющие снизить затраты энергии; принципы замены традиционных органических растворителей на | Практические занятия    | Собеседование<br>Электронный реферат-презентация | <p>ПОРОГОВЫЙ<br/>Фрагментарные знания, частично освоенные навыки и умения в области теоретических основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач</p> <p>ПОВЫШЕННЫЙ<br/>Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация</p> |

|      |   |  |                             |  |   |
|------|---|--|-----------------------------|--|---|
|      |   | <p>безвредные, экологически чистые растворители;</p> <p>Уметь оценивать степень экологичности химической реакции (атомную эффективность, E-критерий и др.);</p> <p>оценивать потенциал вновь синтезированных соединений как опасных веществ или загрязнителей;</p> <p>Владеть навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой,</p> |                             |  |   |
| ПК-2 | <p>владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии</p> | <p>Знать пути эффективного использования возобновляемого сырья в качестве источника углерода в химической промышленности;</p> <p>биотехнологические подходы к получению химических веществ.</p> <p>Уметь разрабатывать схему синтеза органических соединений на основе принципов зеленой химии.</p> <p>Владеть</p>   | <p>Практические занятия</p> | <p>Собеседование<br/>Электронный реферат-презентация</p> | <p>ПОРОГОВЫЙ<br/>Фрагментарные знания, частично освоенные навыки и умения в области «зеленой химии»</p> <p>ПОВЫШЕННЫЙ<br/>Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация</p> |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  | ведения      поиска      и<br>ориентирования      в<br>библиографии. |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы   | Всего часов | Семестры   |    |  |  |
|--|-------------|------------|----|--|--|
|  |             | 3<br>часов |    |  |  |
| 1  | 2           | 3          |    |  |  |
| 1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | -           | 32         |    |  |  |
| В том числе:   |             |            |    |  |  |
| Лекции (Л)   |             |            |    |  |  |
| Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)  |             | 32         |    |  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   |             |            |    |  |  |
| 2. Самостоятельная работа студента (всего)   |             | 40         |    |  |  |
| В том числе  | -           |            |    |  |  |
| <i>СРС в семестре:</i>   |             |            |    |  |  |
| Курсовая работа  | КП          |            |    |  |  |
|  | КР          |            |    |  |  |
| <i>Другие виды СРС:</i>  |             |            |    |  |  |
| Подготовка к собеседованию   |             | 15         |    |  |  |
| Подготовка электронного реферата-презентации   |             | 15         |    |  |  |
| Подготовка к зачету  |             | 10         |    |  |  |
| <i>СРС в период сессии</i>   |             |            |    |  |  |
|  |             |            |    |  |  |
| Вид промежуточной аттестации   | зачет (З),  |            | 3  |  |  |
|  | экзамен (Э) |            |    |  |  |
|  |             |            |    |  |  |
| ИТОГО: Общая трудоемкость  | часов       |            | 72 |  |  |
|  | зач. ед.    |            | 2  |  |  |



## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

| № семестра | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)                                   | Содержание раздела в дидактических единицах   |
|------------|-----------|--|---|
|            |           | 3  | 4   |
| 3          | 1.        | Принципы и концепции зеленой химии.  | Устойчивое развитие и зеленая химия. Атомная экономия (атомная эффективность). Реакции с высокой и низкой атомной эффективностью  |
|            | 2.        | Отходы производства. Оценка и контроль экологической ситуации.                     | Проблемы, вызванные отходами. Источники отходов в химической промышленности. Стратегия уменьшения отходов от существующих производств. Рисайклинг. Оценка полного эксплуатационного цикла. Экологические системы управления. Экологическое законодательство.  |
|            | 3.        | Катализ и зеленая химия. Органические растворители и их альтернативы.              | Гетерогенный, гомогенный и катализ межфазного переноса. Биокатализ. Фотохимический катализ. Принципы и закономерности. Применение в химической промышленности. Органические растворители и летучие органические соединения в промышленности. Системы без растворителя. Сверхкритические жидкости и газы как растворители. Вода как растворитель. Ионные жидкости как катализаторы и растворители. |
|            | 4.        | Возобновляемые ресурсы. Зеленые технологии и энергосбережение.                     | Биомасса как возобновляемый ресурс. Ископаемое топливо и биомасса как источники энергии. Другие альтернативные источники энергии. Топливные элементы. Химические продукты из возобновляемых источников сырья. Энергосберегающие технологии производства химической продукции. Фотохимические реакции. Использование микроволнового излучения. Ультразвуковая химия. Электрохимический синтез.     |
|            | 5.        | Принципы проектирования зеленых процессов. Достижения и перспективы зеленой химии. | Построение схем химических производств и отдельных реакторов исходя из принципов зеленой химии. Современные зеленые производства: уксусной кислоты, витамина С, кожаное производство, производство красителей, полиэтилена, пестицидов. Интегрированный подход к полному переходу химической промышленности на зеленые технологии. Проблемы и способы решения.                                    |

2.2. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

| № семестра | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины  | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах) |    |      |     |       | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)        |
|------------|-----------|--|---|----|------|-----|-------|--|
|            |           |  | Л   | ЛР | ПЗ/С | СРС | всего |  |
| 1          | 2         | 3  | 4   | 5  | 6    | 7   | 8     | 9  |
| 3          | 1.        | Принципы и концепции зеленой химии.  |   |    | 2    | 8   |       | 1<br>Собеседование   |
|            | 2.        | Отходы производства. Оценка и контроль экологической ситуации.                     |   |    | 6    | 8   |       | 2-4<br>Собеседование<br>Защита электронного реферата-презентации   |
|            | 3.        | Катализ и зеленая химия. Органические растворители и их альтернативы.              |   |    | 8    | 8   |       | 5-8<br>Собеседование<br>Защита электронного реферата-презентации   |
|            | 4.        | Возобновляемые ресурсы. Зеленые технологии и энергосбережение.                     |   |    | 8    | 8   |       | 9-12<br>Собеседование<br>Защита электронного реферата-презентации  |
|            | 5.        | Принципы проектирования зеленых процессов. Достижения и перспективы зеленой химии. |   |    | 8    | 8   |       | 13-16<br>Собеседование<br>Защита электронного реферата-презентации |
|            |           | ИТОГО за семестр   |   |    | 32   | 40  |       | ПрАг Зачет   |

2.3. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

2.4. Примерная тематика курсовых работ.

Не предусмотрены

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

| № семестра        | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)                                   | Виды СРС   | Всего часов |
|-------------------|-----------|--|--|-------------|
| 1                 | 2         | 3  | 4  | 5           |
| 3                 | 1.        | Принципы и концепции зеленой химии.  | Подготовка к зачету<br>Подготовка к собеседованию  | 8           |
|                   | 2.        | Отходы производства. Оценка и контроль экологической ситуации.                     | Подготовка к зачету<br>Подготовка к собеседованию<br>Подготовка защите электронного реферата-презентации | 8           |
|                   | 3.        | Катализ и зеленая химия. Органические растворители и их альтернативы.              | Подготовка к зачету<br>Подготовка к собеседованию<br>Подготовка защите электронного реферата-презентации | 8           |
|                   | 4.        | Возобновляемые ресурсы. Зеленые технологии и энергосбережение.                     | Подготовка к зачету<br>Подготовка к собеседованию<br>Подготовка защите электронного реферата-презентации | 8           |
|                   | 5.        | Принципы проектирования зеленых процессов. Достижения и перспективы зеленой химии. | Подготовка к зачету<br>Подготовка к собеседованию<br>Подготовка защите электронного реферата-презентации | 8           |
| ИТОГО в семестре: |           |  |  | 40          |

### 3.2. График работы студента Семестр № 3

| Форма оценочного средства*      | Условное обозначение | Номер недели |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |  |  |  |  |
|---------------------------------|----------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|---|--|--|--|--|
|                                 |                      | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |   |  |  |  |  |
| Собеседование                   | Сб                   |              | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |   |  |  |  |  |
| Электронный реферат-презентация | ЭРП                  |              |   |   |   | + |   |   |   | + |    |    |    | +  |    |    |    | + |  |  |  |  |

### 3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

#### 3.3.1. Контрольные работы/рефераты

Примерные темы электронных рефератов-презентаций:

1. Принципы и концепции зеленой химии.
2. Отходы производства.
3. Оценка и контроль экологической ситуации.
4. Гетерогенный и гомогенный катализ.
5. Катализ межфазного переноса. Биокатализ.
6. Твердофазный синтез.
7. Сверхкритические жидкости и газы как растворители.
8. Ионные жидкости как катализаторы и растворители.
9. Биомасса как возобновляемый ресурс.
10. Биомасса и другие альтернативы нефтегазовому топливу.
11. Химические продукты из возобновляемых источников сырья.
12. Фотохимические реакции.
13. Использование микроволнового излучения.
14. Ультразвуковая химия. Электрохимический синтез.
15. Принципы проектирования зеленых процессов.
16. Принципы проектирования технологического оборудования для зеленых процессов
17. Современные зеленые производства
18. Интегрированный подход к полному переходу химической промышленности на зеленые технологии.

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (см. Фонд оценочных средств)

##### 4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

| № п/п | Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год  | Используется при изучении разделов | Семестр | Количество экземпляров |            |
|-------|---|------------------------------------|---------|------------------------|------------|
|       |   |                                    |         | В библиотеке           | На кафедре |
| 1     | 2   | 3                                  | 4       | 5                      | 6          |
| 1.    | Дюкарев, В.А. Зеленая химия: применение возобновляемых ресурсов в химических процессах (проектный подход). [Электронный ресурс] / В.А. Дюкарев, С.А. Кочаров, В.И. Ходырев. — Электрон. дан. // Тонкие химические технологии. — 2012. — № 3. — С. 77-89. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/journal/issue/291890">http://e.lanbook.com/journal/issue/291890</a> — Загл. с экрана. | 1-5                                | 3       |                        |            |
| 2.    | Смит, В.А. Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Смит, А.Д. Дильман. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 753 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/66366">https://e.lanbook.com/book/66366</a> . — Загл. с экрана.   | 1-5                                | 3       |                        |            |

##### 5.2. Дополнительная литература

| № п/п | Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год   | Используется при изучении разделов | Семестр | Количество экземпляров |            |
|-------|--|------------------------------------|---------|------------------------|------------|
|       |  |                                    |         | В библиотеке           | На кафедре |
| 1     | 2  | 3                                  | 4       | 5                      | 6          |
| 1.    | Супрамолекулярная химия - масштабы и перспективы [Текст] : Молекулы-супермолекулы-молекулярные устройства / Жан-Мари Лен. - Москва : Знание, 1989. - 47 с. - (Новое в жизни, науке, технике. Химия; 2/1989). - 0-15. | 1-5                                | 3       | 2                      |            |

##### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Доступ зарегистрированным пользователям по паролю. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 15.10.2016).

2. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2016).

3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
4. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 15.10.2016).
5. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
6. Springer (платформа SpringerLink) SpringerLink [Электронный ресурс]: полнотекстовая база данных научных журналов, Режим доступа: <http://www.springerlink.com> (дата обращения: 20.04.2017).
7. Royal Society of Chemistry (RSC) [Электронный ресурс]: Открытый доступ [к архивам всех журналов](#), изданных Royal Society of Chemistry с 1841 по 2007 годы. Архив охватывает такие предметные области, как биология, нанонаука и нанотехнология, физика, химия. Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/en/journals?key=title&value=archive> (дата обращения: 01.05.2017).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)\*

1. ChemNet. Россия [Электронный ресурс] : химическая информационная сеть. – Режим доступа: [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru), свободный (дата обращения: 15.10.2016).
2. ChemPort.Ru [Электронный ресурс] : портал. – Режим доступа: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru), свободный (дата обращения: 15.10.2016).
3. <http://www.ximuk.ru/> [Электронный ресурс] : портал. – Режим доступа: [www.ximuk.ru](http://www.ximuk.ru), свободный (дата обращения: 15.10.2016).
4. Аналитическая химия и химический анализ [Электронный ресурс] : Портал химиков-аналитиков – Режим доступа: [ANCHEM.RU](http://ANCHEM.RU), свободный (дата обращения: 15.10.2016).
5. [ABC Chemistry](http://ABC-Chemistry.org) [Электронный ресурс] : бесплатный полнотекстовый каталог журналов по химии. – Режим доступа: <http://abc-chemistry.org/index.html>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
6. [ChemSpider](http://www.chemspider.com/) [Электронный ресурс] : база данных химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании. – Режим доступа: <http://www.chemspider.com/>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
7. Зеленая химия [Электронный ресурс] : Научно-образовательный центр «Химия в интересах устойчивого развития – зеленая химия». – Режим доступа: <http://www.greenchemistry.ru/>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

Стандартно оборудованные лекционные аудитории

Аудитории, оборудованные мультимедийными проекторами, системными блоками, интерактивная доска используемые в учебном процессе.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: стандартное оборудование для учебной аудитории.

6.3. Требования к специализированному оборудованию:

Специализированные химические лаборатории, оборудованные наборами необходимых реактивов и химической посудой.

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид учебных занятий  | Организация деятельности студента   |
|----------------------|---|
| Практические занятия | Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом, прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решений задач по алгоритму и др. |
| Реферат              | Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.  |
| Подготовка к зачету  | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на рекомендуемую литературу, конспекты практических занятий и др.  |

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

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса (указывается при наличии).

| Название ПО                               | № лицензии                               |
|---|--|
| MS Windows Professional Russian           | 47628906                                 |
| Антивирус Kaspersky Endpoint Security     | договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г. |
| Офисное приложение LibreOffice            | свободно распространяемое ПО             |
| Архиватор 7-zip                           | свободно распространяемое ПО             |
| Браузеризображений Fast Stone ImageViewer | свободно распространяемое ПО             |
| PDF ридер FoxitReader                     | свободно распространяемое ПО             |
| Медиа проигрыватель VLC media player      | свободно распространяемое ПО             |
| Запись дисков ImageBurn                   | свободно распространяемое ПО             |
| DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in          | свободно распространяемое ПО             |

11. Иные сведения

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

*Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости*

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)                  | Код контролируемой компетенции) или её части) | Наименование оценочного средства |
|-------|--|---|----------------------------------|
| 1.    | Принципы и концепции зеленой химии.  | ОПК-1<br>ПК-2                                 | Зачет                            |
| 2.    | Отходы производства. Оценка и контроль экологической ситуации.                     |   |                                  |
| 3.    | Катализ и зеленая химия. Органические растворители и их альтернативы.              |   |                                  |
| 4.    | Возобновляемые ресурсы. Зеленые технологии и                                       |   |                                  |
| 5.    | Принципы проектирования зеленых процессов. Достижения и перспективы зеленой химии. |   |                                  |

**ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

| Индекс компетенции | Содержание компетенции  | Элементы компетенции   | Индекс элемента |
|--------------------|---|--|-----------------|
| ОПК-1              | способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач | Знать основные загрязнители окружающей среды и их источники;   | ОПК-1 31        |
|                    |   | основные принципы зеленой химии;   | ОПК-1 32        |
|                    |   | принципы использования локальных источников энергии для активации молекул (фотохимия, микроволновое излучение), позволяющие снизить затраты энергии; | ОПК-1 33        |
|                    |   | принципы замены традиционных органических растворителей на безвредные, экологически чистые растворители;   | ОПК-1 34        |
|                    |   | новейшие каталитические процессы, обладающие высокой атомной эффективностью;   | ОПК-1 35        |



|      |   |  |          |
|------|---|--|----------|
|      |   | Уметь оценивать степень экологичности химической реакции (атомную эффективность, E-критерий и др.);                    | ОПК-1 У1 |
|      |   | оценивать потенциал вновь синтезированных соединений как опасных веществ или загрязнителей;                            | ОПК-1 У2 |
|      |   | Владеть навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой.                                   | ОПК-1 В1 |
| ПК-2 | владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии | Знать пути эффективного использования возобновляемого сырья в качестве источника углерода в химической промышленности; | ПК-2 31  |
|      |   | биотехнологические подходы к получению химических веществ.   | ПК-2 32  |
|      |   | Уметь разрабатывать схему синтеза органических соединений на основе принципов зеленой химии.                           | ПК-2 У1  |
|      |   | Владеть Навыками ведения поиска и ориентирования в библиографии.   | ПК-2 В1  |

#### КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)

| №  | Содержание оценочного средства  | Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов  |
|----|---|--|
| 1  | Предпосылки и этапы возникновения «Зеленой химии».  | ОПК-1 32 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                      |
| 2  | Отличие между наукой об окружающей среде и Зеленой химией.  | ОПК-1 31 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                      |
| 3  | Основные положения «Концепции устойчивого развития».  | ОПК-1 32 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                      |
| 4  | Общая характеристика принципов Зеленой химии.   | ОПК-1 32 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                      |
| 5  | Общие подходы к оценке эффективности проведения процессов с точки зрения зеленой химии.             | ОПК-1 32 ОПК-1 У1 ОПК-1 У2<br>ОПК-1 В1 ПК-2 В1 |
| 6  | Количественные характеристики оценки процессов с точки зрения Зеленой химии.                        | ОПК-1 32 ОПК-1 У1 ОПК-1 У2<br>ОПК-1 В1 ПК-2 В1 |
| 7  | Сверхкритические флюиды. Способы получения. Основные области применения сверхкритических веществ.   | ОПК-1 32 ОПК-1 34 ОПК-1 В1<br>ПК-2 В1          |
| 8  | Сверхкритические среды в экстракционных процессах.<br>Сверхкритические среды в химических реакциях. | ОПК-1 32 ОПК-1 34 ОПК-1 В1<br>ПК-2 В1          |
| 9  | Диоксид углерода – «зеленый» растворитель.  | ОПК-1 32 ОПК-1 34 ОПК-1 В1<br>ПК-2 31 ПК-2 В1  |
| 10 | Вода – универсальный растворитель.  | ОПК-1 34 ОПК-1 В1 ПК-2 31<br>ПК-2 В1           |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 11 | Способы получения и свойства ионных жидкостей.   | ОПК-1 34 ОПК-1 У2 ОПК-1 В1<br>ПК-2 В1                 |
| 12 | Ионные жидкости в качестве «зеленых» растворителей.  | ОПК-1 34 ОПК-1 У2 ОПК-1 В1<br>ПК-2 В1                 |
| 13 | Применение ионных жидкостей в экстракции.  | ОПК-1 34 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                             |
| 14 | Твердофазное взаимодействие как основа безрастворной технологии  | ОПК-1 34 ОПК-1 35 ОПК-1 У2<br>ОПК-1 В1 ПК-2 В1        |
| 15 | Катализ и зеленая химия. Общая характеристика каталитических реакций.  | ОПК-1 35 ОПК-1 У2 ОПК-1 В1<br>ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 |
| 16 | Катализ наночастицами.   | ОПК-1 35 ОПК-1 У2 ОПК-1 В1<br>ПК-2 В1                 |
| 17 | Цеолиты и мезопористые катализаторы.   | ОПК-1 35 ОПК-1 У2 ОПК-1 В1<br>ПК-2 В1                 |
| 18 | Гомогенные катализаторы закрепленные на носителе.  | ОПК-1 35 ОПК-1 У2 ОПК-1 В1<br>ПК-2 В1                 |
| 19 | Ферменты - эффективные катализаторы химических реакций.  | ОПК-1 35 ОПК-1 В1 ПК-2 31<br>ПК-2 В1                  |
| 20 | Биокатализ в тонком органическом синтезе.  | ОПК-1 35 ОПК-1 В1 ПК-2 31<br>ПК-2 32 ПК-2 В1          |
| 21 | Биокатализ в крупнотоннажной химии.  | ОПК-1 35 ОПК-1 В1 ПК-2 31<br>ПК-2 32 ПК-2 В1          |
| 22 | Ионные жидкости как каталитические среды.  | ОПК-1 35 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                             |
| 23 | Использование альтернативных источников энергии для инициирования и проведения химических реакций и процессов. Общая характеристика. | ОПК-1 33 ОПК-1 У2 ОПК-1 В1<br>ПК-2 31 ПК-2 У1 ПК-2 В1 |
| 24 | Реакции и процессы при микроволновом облучении.  | ОПК-1 33 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                             |
| 25 | Ультразвуковая химия.  | ОПК-1 33 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                             |
| 26 | Фотохимические реакции.  | ОПК-1 33 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                             |
| 27 | Механохимическая активация веществ.  | ОПК-1 33 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                             |
| 28 | Электрохимическая активация водных сред в ресурсосберегающих технологиях.  | ОПК-1 33 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                             |
| 29 | Топливные элементы и мембранные технологии.  | ОПК-1 33 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                             |
| 30 | Ограниченность углеводородного сырья и его источников.   | ОПК-1 В1 ПК-2 31 ПК-2 В1                              |
| 31 | Современная химическая промышленность – источник отходов.  | ОПК-1 31 ОПК-1 В1 ПК-2 В1                             |
| 32 | Органические отходы - источник энергии и сырья. Возобновляемые ресурсы. Их характеристика.   | ОПК-1 31 ОПК-1 В1 ПК-2 31<br>ПК-2 В1                  |
| 33 | Синтез топлива из биологического возобновляемого сырья (биотопливо: биогаз, биодизель и биоэтанол).                                  | ОПК-1 31 ОПК-1 В1 ПК-2 31<br>ПК-2 32 ПК-2 У1 ПК-2 В1  |
| 34 | Современные технологии химической переработки древесины.   | ОПК-1 31 ОПК-1 В1 ПК-2 31<br>ПК-2 32 ПК-2 В1          |
| 35 | Производство молочной кислоты и продуктов на ее основе.  | ОПК-1 31 ОПК-1 В1 ПК-2 31<br>ПК-2 В1                  |
| 36 | Зеленое производство уксусной кислоты.   | ОПК-1 31 ОПК-1 В1 ПК-2 32<br>ПК-2 В1                  |
| 37 | Современное зеленое производство полиэтилена   | ОПК-1 31 ОПК-1 В1 ПК-2 У1<br>ПК-2 В1                  |

## ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на экзамене оцениваются по шкале - по пятибалльной шкале.

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Отлично» (5) / «зачтено» – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) / «зачтено» - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) / «зачтено» - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) / «не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.