

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор химико-технологического  
института  
д.т.н., проф. Р.Н. Ястребинский  
« 24 » мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

Композиционные полимерные материалы

направление подготовки (специальность):

Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация):

Технология и переработка полимеров

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Химико-технологический институт

Кафедра теоретической и прикладной химии

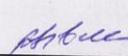
Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г., № 922
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель (составители): к.х.н., доцент  (Н.В. Ключникова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой теоретической и прикладной химии

Заведующий кафедрой: д. т. н., профессор  (В.И. Павленко)

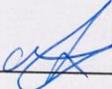
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (В.И. Павленко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института ХТИ

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Л.А. Порожник)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине  |
|--------------------------------|--|---|---|
| Профессиональные компетенции   | ПК 1. Способен проводить исследование сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий | ПК 1.2. Организует проведение экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов на лабораторных и пилотных установках | <p style="text-align: center;"><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основ методов расчета и особенности конструирования изделий из композиционных полимерных материалов;</li> <li>- основных типов и характеристик современных компонентов композиционных полимерных материалов и способы их сочетания;</li> <li>- основных видов композиционных полимерных материалов конструкционного и функционального назначения;</li> <li>- требований к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации;</li> <li>- традиционных и прогрессивных методов формования изделий из композиционных полимерных материалов</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять физические и механические свойства композиционных материалов при различных видах испытаний;</li> <li>- выбирать композиционные полимерные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий;</li> <li>- выбирать необходимые технологические процессы изготовления композиционных материалов, исходя из</li> </ul> |

|                                     |  |   |  |
|-------------------------------------|--|---|--|
|                                     |  |   | <p>требуемых эксплуатационных свойств;</p> <p><b>Навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владения методами и средствами получения полимерных композиционных материалов, методами испытаний по определению эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов.</li> </ul>   |
| <p>Профессиональные компетенции</p> | <p>ПК 2. Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</p> | <p>ПК 2.1. Осуществляет контроль качества основных и вспомогательных материалов и готовой продукции</p> | <p><b>Знания:</b></p> <p>режимов работы технологического оборудования; факторов, определяющих параметры технологического процесса</p> <p><b>Умения:</b></p> <p>применять полученные знания при выборе технологических способов переработки композиционных полимерных материалов в конкретные изделия; прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа композита, состава композиции и параметров переработки.</p> <p><b>Навыки:</b></p> <p>владения технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия;</p> <p>владения методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров.</p> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК 1.** Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий

| Стадия | Наименования дисциплины   |
|--------|---|
| 1      | Механическое оборудование по производству полимеров                       |
| 2      | Современные технологии обработки данных                                   |
| 3      | Технология и переработка полимеров  |
| 4      | Технический анализ полимеров  |
| 5      | Технология лвакокрасочных материалов                                      |
| 6      | Модифицированные полимерные материалы                                     |
| 7      | Химическое сопротивление полимерных материалов                            |
| 8      | Композиционные полимерные материалы                                       |
| 9      | Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров |
| 10     | Рециклинг полимеров   |
| 11     | Вторичная переработка и утилизация отходов полимеров                      |
| 12     | Полимерцементы и полимербетоны  |
| 13     | Технология эластомеров  |
| 14     | Биоразлагаемые полимеры   |
| 15     | Производственная технологическая практика                                 |
| 16     | Производственная преддипломная практика                                   |
| 17     | Государственная итоговая аттестация                                       |

**2. Компетенция ПК2** Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины   |
|--------|---|
| 1      | Механическое оборудование по производству полимеров                       |
| 2      | Современные технологии обработки данных                                   |
| 3      | Технология и переработка полимеров  |
| 4      | Технический анализ полимеров  |
| 5      | Технология лвакокрасочных материалов                                      |
| 6      | Модифицированные полимерные материалы                                     |
| 7      | Химическое сопротивление полимерных материалов                            |
| 8      | Композиционные полимерные материалы                                       |
| 9      | Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров |
| 10     | Рециклинг полимеров   |
| 11     | Вторичная переработка и утилизация отходов полимеров                      |
| 12     | Полимерцементы и полимербетоны  |
| 13     | Технология эластомеров  |
| 14     | Биоразлагаемые полимеры   |
| 15     | Производственная технологическая практика                                 |
| 16     | Производственная преддипломная практика                                   |
| 17     | Государственная итоговая аттестация                                       |

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

| Вид учебной работы  | Всего часов | Семестр № 8 |
|---|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час  | 252         | 252         |
| <b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>  | 90          | 90          |
| лекции  | 36          | 36          |
| лабораторные  | 48          | 48          |
| практические  |             |             |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации                              | 6           | 6           |
| <b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>          | 162         | 162         |
| Курсовой проект   |             |             |
| Курсовая работа   | 36          | 36          |
| Расчетно-графическое задание  |             |             |
| Индивидуальное домашнее задание   |             |             |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 126         | 126         |
| Экзамен   | 36          | 36          |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 8

| № п/п   | Наименование раздела<br>(краткое содержание)  | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час |                      |                      |                                   |
|---|---|---|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
|   |   | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные занятия | работа на подготовку к аудиторным |
| <b>1. Введение. Основные задачи дисциплины. ПК1</b>   |   |   |                      |                      |                                   |
|   | Предмет и задачи изучения дисциплины. Основные понятия, термины и определения. Анализ состояния и перспективы развития композиционных полимерных материалов (КПМ). Классификация КПМ: по материалу матрицы (металлическая, керамическая, полимерная и др.) и армирующих элементов; по геометрии компонентов, структуре и расположению компонентов; по методу получения и назначению. Требования, предъявляемые к компонентам композиционных полимерных материалов. Факторы, определяющие свойства композита. Уравнение аддитивности. Закон Гука для изотропных материалов. Упругие деформации. Анизотропия прочности. Критерии предельных напряженных состояний и максимальных напряжений и деформаций. Твердость композиционных полимерных материалов. | 4   |                      | 6                    | 10                                |
| <b>2. Прочностные характеристики композиционных полимерных материалов. ПК2</b>                      |   |   |                      |                      |                                   |
|   | Модуль нормальной упругости однонаправленного КПМ в направлении оси армирования и в направлении, перпендикулярном к оси армирования. КПМ, армированные дискретными и хаотично ориентированными волокнами. Предел прочности композита армированного непрерывными волокнами. Влияние ориентации волокон на разрушение композита. Прочность при растяжении композита, армированного дискретными волокнами. Влияние объемной доли волокон на прочностные свойства композиционных материалов. Прочность КПМ при сжатии и при ударе. Особенности разрушения композиционных материалов.  | 6   |                      | 10                   | 10                                |
| <b>3. Термодинамические и кинетические характеристики композиционных полимерных материалов. ПК1</b> |   |   |                      |                      |                                   |

|  |   |   |  |  |    |
|--|---|---|--|--|----|
|  | <p>Температурные коэффициенты линейного расширения. Коэффициенты теплопроводности. Удельная электропроводность. Диэлектрическая и магнитная проницаемости. Термодинамическая и кинетическая совместимости компонентов КПП. Виды межфазного взаимодействия. Влияние поверхности раздела на прочность и характер разрушения КПП. Типы связей между компонентами. Термическая и механическая стабильность поверхности раздела композита. Формирование межфазного контакта. Смачивание композиционных полимерных материалов. Основные условия смачивания в равновесных и неравновесных системах. Смачивание различных типов материалов.</p>   | 6 |  |  | 12 |
| <b>4. Характеристика матричных композиционных полимерных материалов. ПК1</b>           |   |   |  |  |    |
|  | <p>Матричные материалы на основе металлов: алюминия, титана, меди, никеля и кобальта. Матричные материалы на основе полимеров. Характеристика полимеров. Материалы матриц на основе керамики: оксиды алюминия и циркония, бескислородная керамика. Технология получения металлических волокон и их свойства. Стальные, вольфрамовые, молибденовые, бериллиевые, титановые, биметаллические волокна. Типы стеклянных волокон. Технология получения стекловолокон и кварцевых волокон. Свойства стекловолокон. Переработка стекловолокон в жгуты, ткани, маты. Арамидные и полиэтиленовые волокна. Получение арамидных волокон. Свойства арамидных и полиэтиленовых волокон. Методы идентификации композиционных полимерных материалов.</p> | 6 |  |  | 12 |
| <b>5. Технологические процессы получения композиционных полимерных материалов. ПК1</b> |   |   |  |  |    |
|  | <p>Основные технологические процессы получения полимерных композиционных материалов. Получение заготовок для полимерных композиционных материалов в виде препрегов. Наполнители, их классификация в зависимости от природы и структуры. Стеклопластики. Углепластики. Боропластики. Органопластики. Композиционные материалы, упрочненные частицами и волокнами. Слоистые композиты. Основы технологии получения керамических композиционных материалов. Основные технологические схемы производства УУКМ. Схемы укладки углеродных волокон. Свойства УУКМ и области применения.</p>  | 4 |  |  | 12 |
| <b>6. Основные особенности свойств композиционных полимерных материалов. ПК2</b>       |   |   |  |  |    |

|  |  |           |  |           |            |
|--|--|-----------|--|-----------|------------|
|  | <p>Нанокompозиты на основе полимеров полимеров. Слоистые нанокompозиты. Нанокompозиты, содержащие металлы или полупроводники. Молекулярные композиты. Основные особенности свойств композитов. Испытания композиционных полимерных материалов на растяжение. Испытания композиционных полимерных материалов на сжатие. Испытания композиционных полимерных материалов на сдвиг. Основные требования, предъявляемые к конструкционным композиционным полимерным материалам. Критерии конструирования композиционных полимерных материалов. Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов.</p> | 6         |  |           | 12         |
| <b>7. Оптические, физические, реологические методы идентификации композиционных полимерных материалов. ПК1</b> |  |           |  |           |            |
|  | <p>Определение химического состава отдельных классов полимеров с помощью качественных и количественных реакций. Физические испытания (плотность, водопоглощение), Реологические испытания (усадка при формировании, скорость, течение расплава, объемный расход расплава, вязкость расплава). Внешний вид образцов (мутность, глянец, коэффициент преломления) определение растворимости, поведение образцов в пламени. Органолептическая и визуальная идентификация полимерных материалов. Термогравиметрический анализ. ИК-спектроскопия.</p>  | 4         |  |           |            |
|  | <b>ВСЕГО</b>   | <b>36</b> |  | <b>48</b> | <b>126</b> |

**4.2. Содержание практических (семинарских) занятий**  
 Практических (семинарских) занятий не предусмотрено учебным планом.

**4.3. Содержание лабораторных занятий**

| № п/п       | Наименование раздела дисциплины   | Тема лабораторного занятия  | К-во часов | К-во часов СРС |
|-------------|---|---|------------|----------------|
| 1           | 2   | 3   | 4          | 5              |
| семестр № 8 |   |   |            |                |
| 1           | Прочностные характеристики композиционных полимерных материалов (раздел 2)                                  | Работа 1. Техника безопасности и правил работы в лаборатории. Испытание твердости материалов по методам Бринелля, Роквелла Шора. Сравнение методов ISO (Международной организации по стандартизации) и ASTM (Американского общества по испытанию материалов). | 10         | 10             |
| 2           | Основные особенности свойств композиционных полимерных материалов (раздел 6)                                | Работа 2. Определение механических характеристик композиционных полимерных при осевом растяжении.   | 8          | 8              |
| 3           | Характеристики матричных композиционных полимерных материалов (раздел 4)                                    | Работа 3. Определение ударной вязкости материалов при сжатии и при ударе.   | 6          | 6              |
| 4           | Оптические, физические, реологические методы идентификации композиционных полимерных материалов. (раздел 7) | Работа 4. Методы идентификации композиционных полимерных материалов   | 8          | 8              |
| 5           | Технологические процессы получения композиционных полимерных материалов (раздел 5)                          | Работа 5. Технология переработки птфэ и полимерных композиционных материалов на его основе  | 8          | 8              |
| 6           | Оптические, физические, реологические методы идентификации композиционных полимерных                        | Работа 6. Физические, оптические и реологические испытания композиционных полимерных материалов   | 8          | 8              |

|  |                           |  |        |    |
|--|---------------------------|--|--------|----|
|  | материалов.<br>(раздел 7) |  |        |    |
|  |                           |  | ИТОГО: | 48 |
|  |                           |  |        | 48 |

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

##### Типовые темы курсовых проектов:

1. Общая характеристика и классификация композиционных полимерных материалов.
2. Виды и способы переработки композиционных полимерных материалов. Обзор способов переработки, сравнение, применение.
3. Технологические особенности переработки композиционных полимерных материалов экструзией: основное оборудование, технологические стадии, влияние параметров переработки на свойства. Виды брака.
4. Технологические особенности переработки композиционных полимерных материалов литьем под давлением: основное оборудование, технологические стадии, влияние параметров переработки на свойства. Виды брака.
5. Технологические особенности переработки композиционных полимерных материалов прессованием: основное оборудование, технологические стадии, влияние параметров переработки на свойства. Виды брака.
6. Влияние технологических параметров на структуру композиционных полимерных материалов
7. Современные технологии производства композиционных полимерных материалов нового поколения.
8. Принципы создания композиционных полимерных материалов.
9. Влияние фазовой структуры композиционного полимерного материала на его свойство.
10. Получение полимерного слоя на поверхности наполнителя методом радикальной полимеризации.
11. Ионно-координационная полимеризация на поверхности наполнителя.
12. Сравнение методов смешения и полимеризационного наполнения.
13. Современные методы модификации матрицы.

Объем курсового проекта – 30 листов.

В процессе выполнения курсового проекта осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ПК 1.** Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий

| Наименование индикатора достижения компетенции  | Используемые средства оценивания  |
|---|---|
| ПК 1.2. Обеспечивает проведение основных технологических операций в соответствии с требованиями технической документации на технологию производства и переработки полимерных материалов | Экзамен, выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, разно-уровневые задачи, выполнение и защита курсового проекта |

**1 Компетенция ПК 2.** Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

| Наименование индикатора достижения компетенции   | Используемые средства оценивания  |
|--|---|
| ПК 2.1. Осуществляет контроль качества основных и вспомогательных материалов и готовой продукции | Экзамен, выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, разно-уровневые задачи, выполнение и защита курсового проекта |

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

**Промежуточная аттестация** в конце 8-го семестра осуществляется в форме экзамена после изучения разделов дисциплины «Композиционные полимерные материалы».

При проведении экзамена экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса и один практический, выбирают сами студенты в случайном порядке. Билеты ежегодно утверждаются на заседании кафедры. Для подготовки студенту отводится время в пределах одного часа.

Экзамен является значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Содержание вопросов (типовых заданий)   |
|-------|---|---|
| 1     | Введение. Основные задачи дисциплины. (ПК 1)  | <p>1.Общая характеристика и классификация композиционных полимерных материалов</p> <p>2.Какие материалы называют композиционными?</p> <p>3.Каковы преимущества композиционных материалов по сравнению с их образующими компонентами?</p> <p>4.Цель создания полимерных композиционных материалов</p> <p>Классификация и общие особенности свойств ПКМ</p> <p>5.Виды и способы переработки композиционных полимерных материалов. Обзор способов переработки, сравнение, применение</p>   |
| 2     | Прочностные характеристики композиционных полимерных материалов (ПК 1)                      | <p>1.Классификация и общие особенности свойств ПКМ.</p> <p>2.Влияние фазовой структуры ПКМ на его прочностные характеристики.</p> <p>3.Влияние содержания наполнителя, размера и формы дисперсных частиц на модуль упругости, вязкость и прочность ПКМ.</p> <p>4.Межфазное взаимодействие, свойства межфазного слоя.</p> <p>5.Найти напряжение <math>\sigma</math>, при котором вязкость расплава поликапроамида составляет <math>\eta=9</math> Па·с при скорости деформирования <math>\dot{\gamma}=0,3</math> мин<sup>-1</sup>, если показатель степени в обобщённом законе течения <math>\sigma=\eta\dot{\gamma}^m</math> <math>m=0,92</math>.</p>  |
| 3     | Термодинамические и кинетические характеристики композиционных полимерных материалов (ПК 1) | <p>1.Модификация смесей полимеров наполнителями, пластификаторами, межфазными добавками.</p> <p>2.Химические и физические газообразователи.</p> <p>3.Свойства различных типов вспененных полимерных материалов: параметры структуры, механические и теплофизические свойства.</p> <p>4.Модификаторы термопластичных конструкционных материалов (пластификаторы, стабилизаторы, красители, смазки и др.), влияние на термодинамические и кинетические характеристики.</p> <p>5.Общие положения о пластификации пластмасс. Виды пластификации.</p> <p>6.Термодинамические и кинетические характеристики пластифицированных полимеров.</p> <p>7.Пользуясь законом Пуазейля <math>m = \frac{\Delta P r^4 \rho}{q \ell \eta}</math>, определить поправку <math>q</math>, характеризующую отклонение реального полимера от ньютоновской жидкости. Принять : <math>m=65,4</math> г/мин <math>=1,09 \cdot 10^{-3}</math> кг/с. <math>\Delta P=10</math> кгс/см<sup>2</sup><math>=1,02 \cdot 10^6</math> Па; <math>r=160</math> мкм; <math>\rho=1,14</math> г/см<sup>3</sup>; <math>\ell=1</math> см ; <math>\eta=8</math> Па·с</p> <p>Подсчитать, во сколько раз понизилась вязкость при течении? Какова причина этого явления?</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4 | Характеристика матричных композиционных полимерных материалов (ПК 1)           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды полимерных композиционных материалов</li> <li>2. Стеклопластики, армированные полыми и профильными стеклянными волокнами. Свойства, области применения</li> <li>3. Углепластики с низкомолекулярными волокнами. Свойства, области применения</li> <li>4. Армированные пластики на основе термореактивных полимеров. Свойства, области применения</li> <li>5. Общая характеристика газосодержащих (газонаполненных) полимерных материалов.</li> <li>6. Металлопластики.</li> <li>7. Армированные пластики на основе термопластических полимеров (непрерывноармированные, высокоармированные термопласты и предельноармированные органоволокниты)</li> </ol>  |
| 5 | Технологические процессы получения композиционных полимерных материалов (ПК 2) | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технологические особенности получения и переработки наполненных термопластов</li> <li>2. Технология введения наполнителей.</li> <li>3. Технология введения модификаторов</li> <li>4. Методы обработки наполнителей. Аппретирование</li> <li>5. Получение полуфабрикатов полимерных композиционных материалов в виде препрегов, сотовых наполнителей</li> <li>6. Подготовка компонентов композиционного материала: сушка, гранулирование, измельчение.</li> <li>7. Получение композитов методом смешения (смешение с малым количеством добавки, введение пластификатора в полимеры, смешение полимеров, диспергирующее смешение, смешение порошков).</li> <li>8. Технологические особенности получения и переработки наполненных термопластов.</li> </ol>   |
| 6 | Основные особенности свойств композиционных полимерных материалов (ПК 1)       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные преимуществами новых ПКМ по сравнению с МКМ</li> <li>2. Есть ли разница между наполнителем и арматурой?</li> <li>3. Какое строение могут иметь композиционные материалы?</li> <li>4. Какие материалы используются для упрочнения дисперсно-упрочненных композитов?</li> <li>5. От чего зависит прочность композитов?</li> <li>6. В чем преимущества композитов перед металлическими сплавами?</li> <li>7. Какие дисперсно-упрочненные и волокнистые композиты применяются при изготовлении и ремонте подвижного состава?</li> <li>8. Вычислить среднюю массу <math>\overline{M_c}</math> межузловых цепей в сетчатом полимере, если модуль упругости при растяжении <math>E_p = 10^9</math> Па. Расчёт проводить по соотношению <math>\frac{P}{\overline{M_c}} = \frac{3RT\rho}{E_p}</math>, где <math>T = 393</math> К, <math>\rho = 1200</math> кг/м<sup>3</sup>, <math>R = 8,31</math> Дж/моль·К. Каково соотношение между модулями упругости при растяжении и межслоевом сдвиге?</li> </ol> |
| 7 | Оптические, физические, реологические методы идентификации                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Требования, предъявляемые к конструкционным композиционным полимерным материалам.</li> <li>2. Органолептическая и визуальная идентификация полимерных материалов.</li> </ol>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | композиционных полимерных материалов. (ПК 1) | <p>3. Испытания композиционных полимерных материалов на растяжение.</p> <p>4. Испытания композиционных полимерных материалов на сжатие. Испытания композиционных полимерных материалов на сдвиг.</p> <p>5. Основные требования, предъявляемые к конструкционным композиционным полимерным материалам.</p> <p>6. Критерии конструирования композиционных полимерных материалов. Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов.</p> <p>7. Определение химического состава отдельных классов полимеров с помощью качественных и количественных реакций.</p> <p>8. Термогравиметрический анализ ПКМ</p> <p>9. ИК-спектроскопия ПКМ</p> |
|--|--|--|

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта

| № п/п | Компетенция | Содержание вопросов  |
|-------|-------------|--|
| 1     | ПК-2        | Применение в производстве новейших технологических приемов и методов повышения продуктивности, устойчивости и экономической эффективности получения и переработки композиционных полимерных материалов   |
| 2     | ПК-1        | Факторы, определяющие образование той или иной структуры композиционного полимерного материала при его переработке   |
| 3     | ПК-1        | Факторы, определяющие эксплуатационные свойства композиционных полимерных материалов   |
| 4     | ПК-1        | Факторы, определяющие эксплуатационные свойства композиционных полимерных материалов   |
| 5     | ПК-2        | Выбор технологических способов переработки композиционных полимерных материалов в конкретные изделия   |
| 6     | ПК-2        | Выбор и оптимизация рецептурно-технологических параметров получения полимерных композиционных материалов с заданными свойствами  |
| 7     | ПК-2        | Прогнозирование эксплуатационных свойств изделий в конкретных условиях в зависимости от типа композиционного полимерного материала   |
| 8     | ПК-1        | Физико-химические основы процессов, происходящих в композиционных полимерных материалах на стадии изготовления изделий, а также их последующей обработки, в процессе эксплуатации (деструкции, старения) |
| 9     | ПК-2        | Технологические методы повышения эффективности производства композитов и материалов на их основе, улучшения качества продукции, повышения устойчивости производства к экологическим стрессам             |

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ, выполнения заданий для самоподготовки, выполнение и защита курсового проекта. Перед выполнением преподаватель проверяет оформление лабораторных работ; преподаватель

проводит собеседование студентов по освоению теоретического материала

Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины «Композиционные полимерные материалы».

Текущий контроль изучения теоретического материала возможен с применением тестирования. Контрольные задания построены по принципу от простого к сложному.

| № п/п | Наименование раздела дисциплины  | Содержание вопросов (типовых заданий)  |
|-------|--|--|
| 1     | 2  | 3  |
| 1     | Введение. Основные задачи дисциплины (ПК 1)  | 1. Анализ состояния и перспективы развития композиционных полимерных материалов (КПМ).<br>2. Закон Гука для изотропных материалов.<br>3. Упругие деформации. Критерии предельных напряженных состояний и максимальных напряжений и деформаций.<br>4. Методы испытаний на твердость композиционных полимерных материалов и сравнение твердостей по Бринеллю, Роквеллу и Шору. |
| 2     | Прочностные характеристики композиционных полимерных материалов. (ПК 1)                      | 1. Механические испытания.<br>2. Прочность, деформация и модуль упругости при растяжении.<br>3. Прочность при сжатии и ударе, ударная прочность по Шарпи.<br>4. Сравнение методов ISO (Международной организации по стандартизации) и ASTM (Американское общество по испытанию материалов).  |
| 3     | Термодинамические и кинетические характеристики композиционных полимерных материалов. (ПК 1) | 1. Удельная теплопроводность. Диэлектрическая и магнитная проницаемость.<br>2. Смачивание различных типов материалов.<br>3. Характеристика полимеров.<br>4. Влияние поверхности раздела на прочность композиционных полимерных материалов  |
| 4     | Характеристика матричных композиционных полимерных материалов. (ПК 1)                        | 1. Матричные материалы на основе полимеров. Характеристика полимеров. Материалы матриц на основе керамик: оксиды алюминия и циркония, бескислородная керамика.<br>2. Технология получения стекловолокон и кварцевых волокон. Свойства стекловолокон.<br>3. Переработка стекловолокон в жгуты, ткани, маты.<br>4. Методы идентификации композиционных полимерных материалов.  |
| 5     | Технологические процессы получения композиционных полимерных материалов. (ПК 2)              | 1. Основные технологические процессы получения полимерных композиционных материалов.<br>2. Получение заготовок для полимерных композиционных материалов в виде препрегов.<br>3. Наполнители, их классификация в зависимости от   |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | природы и структуры. Стеклопластики. Углепластики. Боропластики.<br>4.Органопластики. Композиционные материалы, упрочненные частицами и волокнами.   |
| 6 | Основные особенности свойств композиционных полимерных материалов. (ПК 1)                               | 1.Нанокomпозиты из керамики и полимеров. Слоистые нанокomпозиты. Нанокomпозиты, содержащие металлы или полупроводники. Молекулярные композиты.<br>2.Основные особенности свойств композитов. Испытания композиционных полимерных материалов на растяжение.<br>3.Испытания композиционных полимерных материалов на сжатие. Испытания композиционных полимерных материалов на сдвиг. Основные требования, предъявляемые к конструкционным композиционным полимерным материалам.<br>4.Критерии конструирования композиционных полимерных материалов. Проектирование структуры и расчет свойств композиционных материалов. |
| 7 | Оптические, физические, реологические методы идентификации композиционных полимерных материалов. (ПК 1) | 1. Приведите примеры определения химического состава отдельных классов полимеров с помощью качественных и количественных реакций.<br>2.Физические испытания (плотность, водопоглощение), Реологические испытания (усадка при формировании, скорость, течение расплава, объемный расход расплава, вязкость расплава). Внешний вид образцов (мутность, глянец, коэффициент преломления) определение растворимости, поведение образцов в пламени.<br>3.Органолептическая и визуальная идентификация полимерных материалов.<br>4.Термогравиметрический анализ.<br>5. ИК-спектроскопия.                                     |

### Перечень типовых тестовых заданий

| Раздел дисциплины  | Вопросы   | Ответы   |
|--|---|--|
| Прочностные характеристики композиционных полимерных материалов (ПК 1) | Первичный этап растворения твердого образца ПКМ называется иначе:   | а) высаливание<br>б) набухание<br>в) старение<br>г) диспергирование  |
|  | Что необходимо добавить при производстве пластиковых окон для увеличения срока их эксплуатации  | а) светостабилизаторы<br>б) антифоги и светостабилизаторы<br>в) светостабилизаторы и антиоксиданты<br>г) антиоксиданты |
|  | Проанализируйте способность представленного полимерного композиционного материала (с расчетом коэффициента растекания) смачиваться водой, если $\sigma_{\text{воды}} = 73 \text{ мН/м}$ , $\sigma_{\text{скрит мат}} = 25 \text{ мН/м}$ : | а) поверхность гидрофобная<br>б) поверхность гидрофильная<br>в) поверхность парафинная<br>г) поверхность полярная      |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Термодинамические и кинетические характеристики композиционных полимерных материалов (ПК 1) | Что из нижеперечисленного можно отнести к недостаткам ПКМ:   | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) ползучесть и релаксация напряжения</li> <li>б) чрезмерная твердость</li> <li>в) низкое тепловое расширение</li> <li>д) недостаточная плотность</li> <li>е) высокая эластичность</li> </ul>  |
|   | Какое физическое состояние не может быть для каучуков? а) стеклообразное б) высокоэластическое в) вязкотекучее г) иное<br>Что такое экструзия? | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) стеклообразное</li> <li>б) высокоэластическое</li> <li>в) вязкотекучее</li> <li>г) иное</li> </ul>  |
| Характеристика матричных композиционных полимерных материалов (ПК 1)                        | Что служит матрицей:   | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) Матрицей служит молекулярная сетка из полимера</li> <li>б) Матрицей служит полимер, функциональные группы которого образуют легко гидролизуемую связь</li> <li>в) Матрицей служит любой мономер, который взаимодействует с одной из биофункциональных групп</li> <li>г) Матрицей служит полимер, который взаимодействует с одной из функциональных групп мономеров.</li> <li>д) Матрицей служит любой мономер, который взаимодействует с инициатором</li> </ul> |
|   | Что такое АБС – пластик?   | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) сополимер акриламида, бутадиена, стирола</li> <li>б) сополимер акриламида бутадиена, природной смолы</li> <li>в) сополимер акрилонитрила бутадиена, стирола</li> <li>г) сополимер акрилонитрила, бутилена</li> </ul>  |
|   | Исходным веществом для получения капрона является:   | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) Е-капролактам</li> <li>б) Е-аминокапроновая кислота</li> <li>в) капроновая кислота</li> <li>г) шелк</li> </ul>  |
| Технологические процессы получения композиционных полимерных материалов (ПК 2)              | Какие факторы можно не учитывать при производстве литьевых форм для получения изделий из ПКМ?  | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) техническое обслуживание</li> <li>б) термостатирование</li> <li>в) усадку</li> <li>г) иное</li> </ul>   |
|   | Посредством чего возможна переработка термореактопластов?  | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) экструзии</li> <li>б) каландрирования</li> <li>в) прессования</li> <li>г) иное</li> </ul>   |
|   | Технологической причиной аварийной ситуации (загрязнения воздушной среды при производстве ПКМ) не является:                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) неполная конверсия мономера</li> <li>б) недостаточная герметичность оборудования</li> <li>в) испарение летучих продуктов из различных резервуаров и хранилищ</li> <li>а) экструзии б) каландрирования</li> <li>в) прессования</li> <li>г) иное</li> </ul>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | Технологические схемы получения полимеров делятся на два типа   | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) схемы прямые, схемы обратные</li> <li>б) схемы одинарные, схемы двойные</li> <li>в) схемы циклические, схемы прямые</li> <li>г) схемы с открытой цепью, схемы проточные</li> <li>д) схемы с открытой цепью, схемы циклические.</li> </ul>   |
| Основные особенности свойств композиционных полимерных материалов (ПК 1)                               | Полимерным композиционным материалам свойственна:   | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) химическая активность</li> <li>б) прочность</li> <li>в) растворимость в воде</li> </ul>   |
|  | Что служит матрицей:  | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) Матрицей служит молекулярная сетка из полимера</li> <li>б) Матрицей служит полимер, функциональные группы которого образуют легко гидролизуемую связь</li> <li>в) Матрицей служит любой мономер, который взаимодействует с одной из биофункциональных групп</li> <li>г) Матрицей служит полимер, который взаимодействует с одной из функциональных групп мономеров.</li> <li>д) Матрицей служит любой мономер, который взаимодействует с инициатором</li> </ul> |
|  | Технологически совместимость материалов в полимерных смесях достигается путем:                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) снижения температуры стеклования обоих полимеров</li> <li>б) подбора полимеров с разной молекулярной массой</li> <li>в) введением в систему компатибилизаторов</li> <li>г) путем использования современного оборудования</li> </ul>   |
| Оптические, физические, реологические методы идентификации композиционных полимерных материалов (ПК 1) | Методы определения критериев оценки взаимодействия полимер-растворитель, основанные на тепловых эффектах: | а) ИК-спектроскопия б) ДСК в) рентгеноструктурный анализ г) ЯМР – спектроскопия   |
|  | С помощью какого прибора можно точнее всего определить показатель преломления?                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) рефрактометр</li> <li>б) интерферометр</li> <li>в) поляриметр</li> <li>г) турбидиметр</li> </ul>  |
|  | Как понизить температуру стеклования ПКМ?   | <ul style="list-style-type: none"> <li>а) осуществить прививку с высокомолекулярным полимером</li> <li>б) невозможно в) смешать два полярных полимера г) взять полимер с заместителем небольшого размера</li> </ul>   |

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, при защите курсовой работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

**Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.**

#### **Критерии оценивания достижений в соответствии с компетенцией**

**ПК 1** Способен проводить исследования сырьевых материалов, опытных партий образцов, анализировать их технологические характеристики, осуществлять поиск, обработку и анализ специализированной литературы для разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и повышению качества готовых изделий

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания  |
|--|--|
| Знания   | Знания основ методов расчета и особенности конструирования изделий из композиционных полимерных материалов   |
|  | Знание основных типов и характеристик современных компонентов композиционных полимерных материалов и способы их сочетания  |
|  | Знание основных видов композиционных полимерных материалов конструкционного и функционального назначения   |
|  | Знание требований к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации  |
|  | Знание традиционных и прогрессивных методов формования изделий из композиционных полимерных материалов   |
| Умения   | Умения определять физические и механические свойства композиционных материалов при различных видах испытаний   |
|  | Умения выбирать композиционные полимерные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий |
|  | Умения выбирать необходимые технологические процессы изготовления композиционных материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств                                    |
| Навыки   | Навыки владения методами и средствами получения полимерных композиционных материалов   |
|  | Навыки владения методами испытаний по определению эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов  |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю знания:

| Критерий  | Уровень освоения и оценка   |  |   |   |
|---|---|--|---|---|
|   | 2   | 3  | 4   | 5   |
| Знания основ методов расчета и особенности конструирования изделий из | Не знает основ методов расчета и особенности конструирования изделий из | Знает не все методы расчета и особенности конструирования изделий из | Знает все методы расчета и особенности конструирования изделий из | Знает все методы расчета и особенности конструирования изделий из |

|   |  |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
| композиционных полимерных материалов  | композиционных полимерных материалов   | композиционных полимерных материалов   | композиционных полимерных материалов, но допускает неточности   | композиционных полимерных материалов  |
| Знание основных типов и характеристик современных компонентов композиционных полимерных материалов и способы их сочетания | Не знает основные основные типы и характеристики современных компонентов композиционных полимерных материалов и способы их сочетания | Знает не все основные основные типы и характеристики современных компонентов композиционных полимерных материалов и способы их сочетания | Знает все основных типы и характеристики современных компонентов композиционных полимерных материалов и способы их сочетания, но допускает небольшие неточности | Знает все основные основных типы и характеристики современных компонентов композиционных полимерных материалов и способы их сочетания |
| Знание основных видов композиционных полимерных материалов конструкционного и функционального назначения                  | Не знает основных видов композиционных полимерных материалов конструкционного и функционального назначения                           | Знает не все основные виды композиционных полимерных материалов конструкционного и функционального назначения                            | Знает все основные виды композиционных полимерных материалов конструкционного и функционального назначения, но допускает небольшие неточности                   | Знает все основные виды композиционных полимерных материалов конструкционного и функционального назначения                            |
| Знание требований к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации                               | Не знает требований к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации  | Знает не все требования к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации  | Знает все требования к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации, но допускает небольшие неточности                               | Знает все требования к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации  |
| Знание традиционных и прогрессивных методов формования изделий из композиционных полимерных материалов                    | Не знает традиционные и прогрессивные методы формования изделий из композиционных полимерных материалов                              | Знает не все традиционные и прогрессивные методы формования изделий из композиционных полимерных материалов                              | Знает все традиционные и прогрессивные методы формования изделий из композиционных полимерных материалов, но допускает небольшие неточности                     | Знает все традиционные и прогрессивные методы формования изделий из композиционных полимерных материалов                              |
| <b>Оценка сформированности компетенций по показателю умения:</b>  |  |  |   |   |
| Умения определять физические и механические свойства композиционных материалов при  | Не умеет определять физические и механические свойства композиционных  | Умеет определять физические и механические свойства композиционн   | Умеет определять физические и механические свойства композиционных материалов при   | Умеет определять физические и механические свойства композиционных материалов при   |

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| различных видах испытаний  | х материалов при различных видах испытаний   | ых материалов при различных видах испытаний, но допускает значительные ошибки   | различных видах испытаний, но допускает незначительные ошибки   | различных видах испытаний   |
| Умения выбирать композиционные полимерные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий | Не умеет выбирать композиционные полимерные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности и, экономичности, надежности и долговечности изделий | Умеет выбирать композиционные полимерные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности и, экономичности, надежности и долговечности изделий, но допускает значительные ошибки | Умеет выбирать композиционные полимерные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий, но допускает незначительные ошибки | Умеет выбирать композиционные полимерные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий |
| Умения выбирать необходимые технологические процессы изготовления композиционных материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств                                    | Не умеет выбирать необходимые технологические процессы изготовления композиционных материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств                                      | Умеет выбирать необходимые технологические процессы изготовления композиционных материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств, но допускает значительные ошибки                                      | Умеет выбирать необходимые технологические процессы изготовления композиционных материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств, но допускает незначительные ошибки                                    | Умеет выбирать необходимые технологические процессы изготовления композиционных материалов, исходя из требуемых эксплуатационных свойств                                    |

**Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки:**

|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
| Навыки владения методами и средствами получения полимерных композиционных материалов | Не владеет навыками осуществления процессов модификации композиционных полимерных материалов в процессе их переработки | Владеет навыками осуществления процессов модификации полимерных композиционных материалов в процессе их переработки, но допускает значительные ошибки | Владеет навыками осуществления процессов модификации полимерных композиционных материалов в процессе их переработки но допускает незначительные ошибки | владеет навыками осуществления процессов модификации полимерных композиционных материалов в процессе их переработки |
| Навыки владения методами испытаний по определению                                    | Не владеет методами испытаний по определению   | Владеет методами испытаний по определению   | Владеет методами испытаний по определению эксплуатационных   | Владеет методами испытаний по определению эксплуатационных  |

|   |   |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
| эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов | эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов | эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов, но допускает значительные ошибки | свойств полимерных композиционных материалов, но допускает незначительные ошибки | свойств полимерных композиционных материалов |
|---|---|---|--|--|

### Критерии оценивания достижений в соответствии с компетенцией

**ПК 2** Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания   |
|--|---|
| Знания   | Знания режимов работы технологического оборудования   |
|  | Знания факторов, определяющих параметры технологического процесса   |
| Умения   | Умения использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных композиционных материалов  |
|  | Умения при выборе технологических способов переработки композиционных полимерных материалов в конкретные изделия  |
|  | Умения прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки |
| Навыки   | Навыки владения технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия  |
|  | Навыки владения методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров  |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю знания:

| Критерий  | Уровень освоения и оценка  |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
|   | 2  | 3  | 4   | 5   |
| Знания режимов работы технологического оборудования               | Не знает режимы работы технологического оборудования               | Знает не все режимы работы технологического оборудования               | Знает все режимы работы технологического оборудования, но допускает неточности              | Знает все режимы работы технологического оборудования               |
| Знания факторов, определяющих параметры технологического процесса | Не знает факторы, определяющих параметры технологического процесса | Знает не все факторы, определяющих параметры технологического процесса | Знает все факторы, определяющих параметры технологического процесса, но допускает небольшие | Знает все факторы, определяющих параметры технологического процесса |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   |  |   | неточности  |   |
| Знание требований к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации   | Не знает требований к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации  | Знает не все требования к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации   | Знает все требования к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации, но допускает небольшие неточности   | Знает все требования к композиционным полимерным материалам для различных условий эксплуатации  |
| Оценка сформированности компетенций по показателю умения:   |  |   |   |   |
| Умения при выборе технологических способов переработки композиционных полимерных материалов в конкретные изделия  | Не умеет выбирать технологические способы переработки композиционных полимерных материалов в конкретные изделия                                      | Умеет выбирать технологические способы переработки композиционных полимерных материалов в конкретные изделия, но допускает значительные ошибки                                    | Умеет выбирать технологические способы переработки композиционных полимерных материалов в конкретные изделия, но допускает незначительные ошибки                                      | Умеет выбирать технологические способы переработки композиционных полимерных материалов в конкретные изделия  |
| Умения прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки | Не умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа и состава композиции и параметров переработки. | умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа состава композиции и параметров переработки., но допускает значительные ошибки | умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа и состава композиции и параметров переработки., но допускает незначительные ошибки | Умеет грамотно прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа и состава композиции и параметров переработки |
| Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки:   |  |   |   |   |
| Навыки владения технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия  | Не владеет технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия  | Владеет технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия, но допускает значительные ошибки  | Владеет технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия, но допускает значительные ошибки  | Владеет технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия  |
| Навыки владения методами определения оптимальных и рациональных параметров  | Не владеет владения навыками методами определения оптимальных и рациональных параметров  | Владеет владения навыками методами определения оптимальных и рациональных   | Владеет владения навыками методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки  | Владеет владения навыками методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки  |

|                       |                       |  |   |           |
|-----------------------|-----------------------|--|---|-----------|
| переработки полимеров | переработки полимеров | параметров переработки полимеров, но допускает значительные ошибки | полимеров, но допускает незначительные ошибки | полимеров |
|-----------------------|-----------------------|--|---|-----------|

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Материально-техническое обеспечение**

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  |
|---|---|--|
| 1 | Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы   | Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду  |
| 2 | Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук  |
| 3 | Методический кабинет  | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук  |
| 4 | Учебные химические лаборатории  | Специализированная мебель, вытяжные шкафы, сушильные шкафы, термостаты, магнитными мешалки, центрифуги, аналитические весы, электролизер, электрические плитки, фотоколориметры, рН-метры, вискозиметры, эсрудер, копер, прибор для определения температур размягчения и текучести |

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Перечень лицензионного программного обеспечения.          | Реквизиты подтверждающего документа  |
|---|---|--|
| 1 | Microsoft Windows 10<br>Корпоративная                     | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017  |
| 2 | Microsoft Office Professional Plus 2016                   | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023   |
| 3 | Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition» | Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г. |
| 4 | Google Chrome   | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения  |
| 5 | Mozilla Firefox   | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения  |

## 6.3 Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Ключникова Н.В. Основы переработки полимерных материалов/Н.В. Ключникова, Л.Н. Наумова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 136 с.— Режим доступа:

2. Химия и физика полимеров : лабораторный практикум : учебное пособие для студентов направления подготовки 18.03.01-Химическая технология профиля "Технология и переработка полимеров" / Н. В. Ключникова, Н. В. Дробницкая. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 175 с.

3. Наумова, Л. Н. Композиционные полимерные материалы : учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 18.03.01 - Химическая технология / Л. Н. Наумова, Н. В. Ключникова. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 115 с.

4. Сутягин, В. М. Общая химическая технология полимеров : учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. Текст : электронный // Лань : Электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130193>

5. Нечаев, И.В. Технология получения и переработки полимерных композиционных материалов : лабораторный практикум / И. В. Нечаев, И. Н. Ягрушкина, М. В. Дюльдина, А. В. Гречухин. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 49 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111781.html>

6. Барсукова, Л. Г. Физико-химия и технология полимеров, полимерных композитов: учебное пособие /Л. Г. Барсукова, Г. Ю. Вострикова, С. С. Глазков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа. 2021. — 144 с. — ISBN 978-5-4497-1124-3. — Текст: электронный //Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108353.html>

7. Назаров, В. Г. Поверхностная модификация полимеров /В. Г. Назаров. – М.: ГУП, 2008. – 474 с.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: <http://e.lanbook.com>
2. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <https://elib.bstu.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «IPRSMART» <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»  
<http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
8. Национальная электронная библиотека: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
9. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
10. Электронная библиотека НИУ БелГУ: <http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>