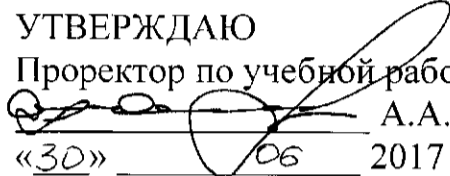


Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе БГТУ  
 А.А. Сакович  
«30» \_\_\_\_\_ 06 2017 г.

Регистрационный номер № УД-797/уч

## **ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-36 01 08 Конструирование и производство изделий  
из композиционных материалов

2017

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования специальности 1-36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» ОСВО 1-36 01 08 - 2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь № 88 от 30 августа 2013 г. и учебного плана № 36-1-004/уч. от 15.07.2013 г.

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

О.И. Карпович – доцент кафедры механики материалов и конструкций учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Свириденко А.И. – заместитель директора по научно - исследовательской работе Научно-исследовательского центра проблем ресурсосбережения Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, доктор технических наук, академик НАН Беларуси;

Василевич Ю.В. – заведующий кафедрой сопротивления материалов Белорусского национального технического университета, доктор физико-математических наук, профессор.

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой механики материалов и конструкций учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 10 от «26» мая 2017г.);

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 6 от «30» 06 2017г.).

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

*Цель изучения* дисциплины – формирование у студентов знаний в области технологии получения изделий из полимерных и композиционных материалов.

*К задачам изучения* дисциплины относятся: ознакомление с основными технологическими процессами формообразования изделий из полимерных и композиционных материалов; ознакомление с теоретическими основами протекающих процессов; ознакомление с методами расчета технологических параметров процессов.

### Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста

Дисциплина «Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов» относится к государственному компоненту цикла специальных дисциплин специальности 1-36 01 08 - Конструирование и производство изделий из композиционных материалов. В логической схеме дисциплин специальности дисциплина занимает ключевое место и способствует глубокому пониманию и знанию технологии изготовления изделий из полимерных и композиционных материалов, что позволяет принимать наиболее эффективные технологические решения, сокращает затраты времени и средств на разработку и освоение технологии.

### Связь с другими учебными дисциплинами

При изучении дисциплины «Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов» широко используют понятия и методы, являющиеся предметом изучения дисциплин «Полимерные и композиционные материалы» и «Физикохимия композиционных материалов». Также при изучении дисциплины «Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов» согласно учебному плану специальности студенты должны иметь сведения о влиянии технологических особенностей получения на конструкцию изделий и технологической оснастки, включаемые в курсы «Конструирование изделий из полимеров и эластомеров» и «Конструирование оборудования и технологической оснастки».

Курс «Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов» закладывает теоретические основы для профилирующей дисциплины – «Конструирование оборудования и формообразующей оснастки», изучаемой параллельно.

### Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины студент должен **знать:**

– теоретические основы процессов получения композиционных матери-

алов и формообразования изделий;

- основные технологические операции при получении полуфабрикатов композиционных материалов, формообразовании и дообработке изделий;

- методы расчета и моделирования процессов получения композиционных материалов и формообразования изделий, используемые при этом технические нормативы;

уметь:

- выбирать подходящие технологические процессы получения изделий;

- рассчитывать параметры типовых технологических процессов формообразования изделий и отрабатывать их в опытно-промышленных условиях;

- оценивать технологичность конструкции изделий по экономическим критериям;

- разрабатывать технологическую документацию на типовые процессы изготовления изделий;

владеть:

- навыками выбора процесса переработки по технико-экономическим показателям с учетом энерго- и ресурсосбережения;

- навыками разработки технологической и сопутствующей документации;

- методами аналитической оценки, прогнозирования и опытной апробации параметров процесса переработки и технологических свойств полимерных и композиционных материалов;

- методами обеспечения структуры и эксплуатационных свойств композиционных материалов на стадии формообразования изделий.

### **Требования к компетенциям специалиста**

#### **Академические компетенции специалиста.**

Специалист должен:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

- АК-4. Уметь работать самостоятельно.

- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

- АК-10. Уметь создавать и использовать в своей деятельности объекты интеллектуальной собственности.

#### **Социально-личностные компетенции специалиста.**

*Специалист должен:*

- СЛК-6. Уметь работать в команде.

### **Профессиональные компетенции специалиста.**

Специалист должен быть способен в *научно-исследовательской деятельности*:

- ПК-1. Проводить научные исследования и разработки с использованием современных информационных технологий.
- ПК-2. Анализировать и объективно оценивать достижения науки в области полимерных и композиционных материалов, разработки, производства и применения (эксплуатации) изделий, перспективы и направления развития.
- ПК-3. Разрабатывать техническое задание на проведение исследований материалов, изделий, технологических процессов и средств технологического оснащения.
- ПК-4. Проводить патентно-информационные исследования по разрабатываемым объектам, оценивать их новизну и технический уровень, патентоспособность и патентную чистоту, составлять отчет о патентно-информационном исследовании.
- ПК-5. Разрабатывать методы и технические средства экспериментального исследования материалов, изделий и процессов, метрологического, программного, организационно-методического обеспечения.
- ПК-6. Организовывать и проводить экспериментальные исследования материалов, изделий, технологических процессов и средств технологического оснащения по профилю специальности, анализировать и обрабатывать результаты исследований.
- ПК-7. Оформлять отчеты о научном исследовании, научные публикации, доклады, заявки на выдачу охранных документов на объекты промышленной собственности.

Специалист должен быть способен в *проектно-конструкторской деятельности*:

- ПК-8. Составлять заявки и технические задания на разработку изделий из полимерных и композиционных материалов и проведение опытно - конструкторских работ.
- ПК-9. Разрабатывать на изделия из полимерных и композиционных материалов, средства испытаний и средства технологического оснащения следующую техническую документацию:
  - проектную конструкторскую – аванпроект, техническое предложение, эскизный и технический проект;
  - рабочую конструкторскую, эксплуатационную и ремонтную;
  - технологическую – для стадий предварительного проекта, опытного образца и серийного производства;
  - информационную – патентный формуляр, карты технического уровня, каталоги;
  - нормативную – технические условия, сертификаты, инструкции и другие нормативные документы на изделия.
- ПК-10. Владеть современными программными средствами моделирования, расчета и компьютерного проектирования композиционных материалов, изделий и технологических процессов.
- ПК-11. Оценивать предлагаемые технические решения путем изготовления и испытаний образцов материалов, моделей и макетов изделий.

– ПК-12. Оценивать технический уровень и экономическую эффективность принимаемых технических решений.

Специалист должен быть способен в *инновационной деятельности*:

– ПК-13. Разрабатывать бизнес-планы и календарные планы освоения производства новых изделий и новых технологий.

– ПК-14. Оценивать конкурентоспособность, экономическую эффективность разработки и постановки на производство новых изделий и освоения новых технологий.

– ПК-15. Проводить опытно-технологические работы при освоении новых технологий, опытно-промышленную проверку новых изделий и средств технологического оснащения, изготовление и испытания опытных образцов и опытных партий изделий, оформлять документацию о результатах опытно-технологических работ и испытаний опытных образцов материалов и (партий) изделий.

– ПК-17. Составлять договоры на выполнение опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, об оказании научно-технических услуг, о совместной деятельности по освоению новой продукции и технологий.

Специалист должен быть способен в *производственно - технологической деятельности*:

– ПК-19. Самостоятельно принимать профессиональные решения с учетом их социальных, экономических и экологических последствий.

– ПК-20. Осуществлять технологическую подготовку и планирование производства изделий из композиционных материалов, в т. ч. с использованием компьютерных технологий.

– ПК-21. Оценивать технологичность конструкции изделий по технико-экономическим показателям.

– ПК-22. Выбирать безопасные и оптимальные по технико-экономическим, энергетическим, экологическим и иным показателям технологические процессы и средства технологического оснащения, включая средства автоматизации, контроля и управления.

– ПК-23. Организовывать рациональное обслуживание и ремонт средств технологического оснащения.

– ПК-24. Контролировать состояние средств технологического оснащения, обеспечение безопасных условий труда на рабочем месте, в закрепленном помещении или производственном подразделении, соблюдение норм производственной санитарии и противопожарной безопасности, вести соответствующую документацию, обучение персонала.

Специалист должен быть способен в *организационно-управленческой деятельности*:

– ПК-27. Оценивать затраты труда, результаты и качество работы исполнителей.

– ПК-28. Эффективно взаимодействовать со специалистами других подразделений и с другими предприятиями, оформлять соответствующую документацию.

– ПК-29. Анализировать работу по установленному заданию, оформлять отчетную документацию и готовить информацию и доклады для руководства.

### Структура учебной дисциплины

В соответствии с учебным планом учреждения высшего образования по специальности 1-36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» общее количество часов по дисциплине «Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов» составляет 292, в т.ч. 148 часов аудиторных занятий, из них 66 часов лекций, 32 часа практических занятий и 50 часов лабораторных занятий.

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Дисциплина изучается в 7 и 8 семестрах. В 7 семестре общее количество часов составляет 128, в т.ч. 68 часов аудиторных занятий, из них 34 часа лекций, 17 часов практических занятий и 17 часов лабораторных занятий. Форма текущей аттестации в 7 семестре – зачет.

В 8 семестре общее количество часов составляет 164, в т.ч. 80 часов аудиторных занятий, из них 32 часа лекций, 15 часов практических занятий и 33 часа лабораторных занятий. Форма текущей аттестации в 8 семестре – зачет и экзамен.

В 8 семестре предусмотрено выполнение курсового проекта.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Фундаментальные явления и закономерности

**1.1. Предмет и задачи изучения дисциплины.** Предмет и задачи изучения дисциплины. Связь с другими дисциплинами специальности. Значение для проектирования технологических процессов изготовления изделий из композиционных материалов.

**1.2. Формообразование изделий.** Технология полимерных и композиционных материалов и технология производства изделий из полимерных и композиционных материалов. Стадии превращения компонентов. Операции формообразования. Классификация. Роль эксперимента в технологии полимерных и композиционных материалов.

**1.3. Законы сохранения и уравнения переноса.** Законы сохранения массы и энергии. Уравнения переноса. Решение задач тепло- и массопереноса. Методы подобия и размерностей.

**1.4. Тепловые процессы.** Тепловые процессы в технологии полимерных и композиционных материалов. Нагревание и охлаждение. Внешние и внутренние источники тепла. Уравнение теплопроводности. Теплопередача при нагревании (охлаждении) за счет теплопроводности, конвекции, излучения в процессах формообразования изделий. Теплофизические свойства полимерных и композиционных материалов.

**1.5. Вязкое течение.** Вязкое течение в процессах формообразования изделий. Законы течения. Нелинейность и анизотропия вязких свойств препрегов. Методы определения показателей вязких свойств.

**1.6. Поверхностные явления.** Адгезия и аутогезия. Трение. Влияние структуры композиций на коэффициент трения. Влияние трения на течение композиции. Прилипание. Скольжение.

**1.7. Структурообразование.** Типы и характеристики структуры композиционных материалов. Однородность композиций и композиционных материалов. Ориентационные эффекты при формообразовании изделий.

### Раздел 2. Совмещение компонентов

**2.1. Совмещение в твердой фазе.** Основные операции. Разрезка волокнистого наполнителя. Дробление. Классификация дисперсных материалов. Дозирование. Сушка. Псевдооживление. Смешивание. Порошковые технологии. Электростатическое осаждение. Волоконные технологии.

**2.2. Совмещение в жидкой фазе.** Основные операции. Растворение. Распыление жидкости. Смешивание. Получение премиксов.

**2.3. Пропитка.** Общая характеристика и параметры процесса. Кинетика пропитки на цилиндрической поверхности. Получение препрегов с терморезактивным и термопластичным полимерным связующим. Оценка качества пропитки.

**2.4. Смешивание и пластикация в червячных экструдерах.** Основные параметры червячной экструзии. Особенности пластикации наполненных композиций. Получение гранулированных литевых и прессовочных материалов. Прямое компаундирование.



### **Раздел 3. Консолидация**

**3.1. Уплотнение.** Уплотнение волокнистой (упругой) системы. Уплотнение в вязкопластическом состоянии. Пористость как функция давления и вязкопластических свойств уплотняемого материала.

**3.2. Сплавление и структурные превращения термопластов.** Сплавление под действием сил поверхностного натяжения. Диффузионная модель сплавления. Сплавление под действием давления. Перколяционная модель. Сплавление при нестационарных режимах. Стеклование. Кристаллизация. Термодеструкция. Показатели этих процессов и их определение.

**3.3. Отверждение реактопластов.** Полимеризация и поликонденсация в процессах формообразования. Кинетика процесса отверждения реактопластов. Показатели степени отверждения. Усадка.

### **Раздел 4. Формообразование профильных изделий**

**4.1. Экструзия.** Требования к изделиям. Основные параметры процесса. Экструзия листов, труб, пленок. Наложение полимерного слоя на профильные изделия (кабельная технология). Особенности экструзии высоконаполненных композиций. Область применения.

**4.2. Пултрузия профилей из композиционных материалов с термоактивной матрицей.** Требования к компонентам и изделиям. Основные операции – пропитка, консолидация, отверждение, охлаждение, резка. Параметры процесса. Область применения.

**4.3. Пултрузия профилей из композиционных материалов с термопластичной матрицей.** Требования к компонентам и изделиям. Основные операции. Параметры процесса. Область применения.

**4.4. Профилирование.** Требования к материалам и изделиям. Параметры процесса. Область применения.

### **Раздел 5. Формообразование труб и сосудов давления**

**5.1. Намотка препрегами и нитью.** Требования к материалам и изделиям. Схемы намотки. Обмотка оправки препрегом на основе тканей. Намотка нитью. Расчет кинематических параметров. Область применения.

**5.2. Намотка термопластичной лентой.** Нагрев. Консолидация. Параметры процесса. Изготовление труб из армированных термопластов. Область применения.

**5.3. Центробежное формование.** Область применения. Расчет параметров процесса.

### **Раздел 6. Формообразование плоских изделий**

**6.1. Контактное формование.** Требования к материалам и изделиям. Контактное формование и напыление. Основные операции – подготовка связующего и заготовок, подготовка формы, отверждение и извлечение изделия. Параметры процесса. Область применения.

**6.2. Формообразование из листовых армированных термопластов.** Требования к полуфабрикатам и изделиям. Классификация методов. Формообразование. Параметры процесса. Область применения.

**6.3. Укладка ленты.** Укладка лент с термореактивным и термопластич-

ным связующим. Тепловые и силоскоростные режимы. Область применения.

**6.4. Формование эластичной диафрагмой.** Формование в вакуумной камере и автоклаве. Режимы. Область применения.

### **Раздел 7. Формообразование изделий сложной конфигурации**

**7.1. Прессование термореактивных композиций.** Требования к изделиям. Технологические характеристики пресс-материалов. Основные операции – дозирование, таблетирование, подогрев, уплотнение, отверждение, извлечение изделий. Параметры процесса. Область применения.

**7.2. Прессование термопластичных композиций.** Классификация методов. Прессование из листовых стеклонеполненных композиций. Прессование композиций, предварительно пластицированных в червячном экструдере. Параметры процесса. Область применения.

**7.3. Литье под давлением.** Требования к материалам. Технологические характеристики материалов. Параметры процесса. Особенности литья под давлением термопластов и реактопластов. Область применения.

**7.4. Инжекционное формование.** Требования к материалам. Фильтрация матричного полимера через волокнистую заготовку. Отверждение. Режимы. Область применения.

### **Раздел 8. Доработка изделий и заключительные операции**

**8.1. Размерная обработка.** Обработка изделий из полимерных и композиционных материалов резанием (разрезка, сверление, фрезерование, точение, шлифование). Режимы. Влияние структуры. Разделение изделий из композиционных материалов струей воды и лучом лазера. Характеристика и основные параметры процессов. Области применения.

**8.2. Модификация структуры и поверхности.** Термообработка, электрофизическая и радиационная обработка изделий. Методы нанесения полимерных и металлических покрытий. Режимы.

**8.3. Сборка.** Основные способы соединения. Склеивание и сварка. Режимы. Механические разъемные и неразъемные соединения.

### **Раздел 9. Технологичность конструкции и качество изделий**

**9.1. Технологичность конструкции изделий.** Показатели технологичности. Методы оценки показателей. Затраты на технологическую подготовку производства и изготовление изделий.

**9.2. Показатели качества изделий.** Показатели качества. Методы определения. Обеспечение и контроль в процессе изготовления изделий из композиционных материалов. Дефекты. Методы обнаружения и устранения. Статистическое регулирование процессов формообразования и статистический контроль качества изделий.

### **Раздел 10. Направления развития технологии полимерных и композиционных материалов**

10.1. Проблемы, актуальные задачи и пути развития технологии полимерных и композиционных материалов.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Курсовой проект выполняется в 8-м семестре параллельно с изучением второй части дисциплины «Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов». На его выполнение предусмотрено 40 часов.

Цель выполнения курсового проекта – приобретение студентом практических навыков разработки технологических процессов получения изделий из полимерных композиционных материалов.

Курсовой проект включает работы, проводимые на стадии технического проекта и при предварительном проектировании технологических процессов изготовления изделия из композиционных материалов. Он может содержать разработку технологического процесса формообразования изделий из композиционных материалов заданного типа, а также разработку процессов получения полуфабрикатов (препрегов, листов, прессовочных и литьевых материалов), необходимых для производства изделий. Примерные темы курсовых проектов:

1. Технология изготовления несущих элементов кабины (кузова) автомобиля.
2. Технология изготовления изделий из листовых стеклоармированных материалов.
3. Технология изготовления панели автобуса (троллейбуса).
4. Технология изготовления баллона для жидкости (газа).
5. Технология изготовления сиденья водителя грузового автомобиля (автобуса).
6. Технология изготовления вентилятора с лопастями из армированных термопластов.
7. Технология изготовления теплоизоляционных плит из волокнистого КМ.
8. Технология изготовления труб из стеклоармированных термопластов.
9. Технология изготовления профильных изделий из древеснонаполненных термопластов.
10. Технология экструзии гибридных профилей.

Тематика курсовых работ формируется на основе заявок заинтересованных предприятий и плана исследований, выполняемых или планируемых для выполнения на выпускающей кафедре. Перечень тем, предлагаемых кафедрой, объявляется на первом практическом занятии по курсовому проекту.

Методика выполнения основных этапов курсового проекта рассматривается на практических занятиях по курсовому проекту, проводимых согласно расписанию, а некоторые специальные вопросы – на практических и лабораторных занятиях по дисциплине «Формообразование изделий из полимерных и композиционных материалов».

**Примерный объем задания**

№ эта-па	Содержание	Срок вы-полнения (неделя)	Форма отчетности
1	Уточнение задания	1	Задание
2	Анализ патентной и научно-технической документации	2	Обзор научно-технической и патентной информации (раздел пояснительной записки)
3	Составление проекта технического задания на разработку технологического процесса и исследовательскую часть	3	Проект технического задания
4	Выбор исходных компонентов и метода формообразования изделий	4	Раздел пояснительной записки
5	Составление программы и методики экспериментального исследования технологических характеристик	5	Программа и методика исследований
6	Определение показателей технологических свойств	8	Результаты испытаний (протоколы, раздел пояснительной записки)
7	Расчет параметров технологического процесса	10	Результаты расчетов (раздел пояснительной записки)
8	Экспериментальное исследование технологического процесса	12	Результаты исследований (протоколы, раздел пояснительной записки)
9	Выбор и обоснование средств технологического оснащения. Разработка конструкции средств технологического оснащения.	14	Раздел пояснительной записки. Конструкторская документация на средства технологического оснащения
10	Разработка технологической документации	15	Технологическая документация
11	Оформление пояснительной записки к курсовому проекту	16	Пояснительная записка к курсовому проекту
12	Защита курсового проекта	17	

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	<b>7 семестр</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>60</b>	
<b>1</b>	<b>Фундаментальные явления и закономерности</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	
<b>1.1</b>	<b>Предмет и задачи изучения дисциплины.</b> Предмет и задачи изучения дисциплины. Связь с другими дисциплинами специальности. Значение для проектирования технологических процессов изготовления изделий из композиционных материалов.	1	-	-	-	Зачет, экзамен
<b>1.2</b>	<b>Формообразование изделий.</b> Технология полимерных и композиционных материалов и технология производства изделий из полимерных и композиционных материалов. Стадии превращения компонентов. Операции формообразования. Классификация. Роль эксперимента в технологии полимерных и композиционных материалов.	2	-	-	2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
<b>1.3</b>	<b>Законы сохранения и уравнения переноса.</b> Законы сохранения массы и энергии. Уравнения переноса. Решение задач тепло- и массопереноса. Методы подобия и размерностей.	2	-	-	3	Зачет, экзамен
<b>1.4</b>	<b>Тепловые процессы.</b> Тепловые процессы в технологии полимерных и композиционных материалов. Нагревание и охлаждение. Внешние и внутренние источники тепла. Уравнение теплопроводности. Теплопередача при нагревании (охлаждении) за счет теплопроводности, конвекции, излучения в процессах формообразования изделий. Теплофизические свойства полимерных и композиционных материалов.	2	4	4	3	Контрольная работа Отчет по аудиторным практическим упражнениям с его устной защитой Отчет по лабораторным работам с его устной защитой Зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6	7
1.5	<b>Вязкое течение.</b> Вязкое течение в процессах формообразования изделий. Законы течения. Нелинейность и анизотропия вязких свойств преспрегов. Методы определения показателей вязких свойств.	2	2	-	3	Контрольная работа Отчет по аудиторным практическим упражнениям с его устной защитой Зачет, экзамен
1.6	<b>Поверхностные явления.</b> Адгезия и аутогезия. Трение. Влияние структуры композиций на коэффициент трения. Влияние трения на течение композиции. Прилипание. Скольжение.	2	-	4	3	Контрольный опрос Отчет по лабораторным работам с его устной защитой Зачет, экзамен
1.7	<b>Структурообразование.</b> Типы и характеристики структуры композиционных материалов. Однородность композиций и композиционных материалов. Ориентационные эффекты при формообразовании изделий.	1	-	-	2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
<b>2</b>	<b>Совмещение компонентов</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	
2.1	<b>Совмещение в твердой фазе.</b> Основные операции. Разрезка волокнистого наполнителя. Дробление. Классификация дисперсных материалов. Дозирование. Сушка. Псевдооживление. Смешивание. Порошковые технологии. Электростатическое осаждение. Волоконные технологии.	2	-	-	2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
2.2	<b>Совмещение в жидкой фазе.</b> Основные операции. Растворение. Распыление жидкости. Смешивание. Получение премиксов.	2	-	-	4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
2.3	<b>Пропитка.</b> Общая характеристика и параметры процесса. Кинетика пропитки на цилиндрической поверхности. Получение препрегов с терморезактивным и термопластичным полимерным связующим. Оценка качества пропитки.	2	2	9	4	Контрольная работа Отчет по аудиторным практическим упражнениям с его устной защитой Отчет по лабораторным работам с его устной защитой Зачет, экзамен
2.4	<b>Смешивание и пластикация в червячных экструдерах.</b> Основные параметры червячной экструзии. Особенности пластикация наполненных композиций. Получение гранулированных литьевых и прессовочных материалов. Прямое компаундирование.	2	2	-	4	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим упражнениям с его устной защитой Зачет, экзамен
<b>3</b>	<b>Консолидация</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	
3.1	<b>Уплотнение.</b> Уплотнение волокнистой (упругой) системы. Уплотнение в вязкопластическом состоянии. Пористость как функция давления и вязкопластических свойств уплотняемого материала.	2	2	-	4	Отчет по аудиторным практическим упражнениям с его устной защитой Зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6	7
3.2	<b>Сплавление и структурные превращения термопластов.</b> Сплавление под действием сил поверхностного натяжения. Диффузионная модель сплавления. Сплавление под действием давления. Перколяционная модель. Сплавление при нестационарных режимах. Стекловапис. Кристаллизация. Термодеструкция. Показатели этих процессов и их определение.	2	3	-	8	Контрольный опрос Контрольная работа Отчет по аудиторным практическим упраж- нениям с его устной защитой Зачет, экзамен
3.3	<b>Отверждение реактопластов.</b> Полимеризация и поликонденсация в процессах формообразования. Кинетика процесса отверждения реактопластов. Показатели степени отверждения. Усадка.	2	2	-	4	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим упраж- нениям с его устной защитой Зачет, экзамен
4	<b>Формообразование профильных изделий</b>	8	-	4	14	
4.1	<b>Экструзия.</b> Требования к изделиям. Основные параметры процесса. Экструзия листов, труб, пленок. Наложение полимерного слоя на профильные изделия (кабельная технология). Особенности экструзии высоконаполненных композиций. Область применения.	2	-	-	2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
4.2	<b>Пултрузия профилей из композиционных материалов с термореактивной матрицей.</b> Требования к компонентам и изделиям. Основные операции – пропитка, консолидация, отверждение, охлаждение, резка. Параметры процесса. Область применения.	2	-	-	5	Контрольный опрос Зачет, экзамен
4.3	<b>Пултрузия профилей из композиционных материалов с термопластичной матрицей.</b> Требования к компонентам и изделиям. Основные операции. Параметры процесса. Область применения.	2	-	4	5	Контрольный опрос Отчет по лаборатор- ным работам с его устной защитой Зачет, экзамен
4.4	<b>Профилирование.</b> Требования к материалам и изделиям. Параметры процесса. Область применения.	2	-	-	2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
	<b>8 семестр</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>33</b>	<b>84</b>	
5	<b>Формообразование труб и сосудов давления</b>	6	8	23	16	
5.1	<b>Намотка препрегами и нитью.</b> Требования к материалам и изделиям. Схемы намотки. Обмотка оправки препрегом на основе тканей. Намотка нитью. Расчет кинематических параметров. Область применения.	2	2	4	6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим упраж- нениям с его устной защитой Отчет по лаборатор- ным работам с его устной защитой Зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6	7
	Расчет параметров процесса экструзии профиля из термопластичной композиции.	-	2	-	-	Отчет по аудиторным практическим упражнениям с его устной защитой
	Расчет параметров процесса пултрузии профильного изделия из композиционного материала с термопластичной матрицей	-	2	-	-	Отчет по аудиторным практическим упражнениям с его устной защитой
	Пултрузия профильных изделий из армированных термопластов.	-	-	4	-	Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
<b>5.2</b>	<b>Намотка термопластичной лентой.</b> Нагрев. Консолидация. Параметры процесса. Изготовление труб из армированных термопластов. Область применения.	2	2	5	6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим упражнениям с его устной защитой Отчет по лабораторным работам с его устной защитой Зачет, экзамен
	Пластикация термопластичных композиций в червячном экструдере.	-	-	2	-	Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
	Получение термопластичных стеклонаполненных лигевых и прессовочных композиций	-	-	2	-	Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
	Уплотнение волокнистых материалов.	-	-	2	-	Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
	Сплавление термопластичных стренг и лент.	-	-	4	-	Отчет по лабораторным работам с его устной защитой
<b>5.3</b>	<b>Центробежное формование.</b> Область применения. Расчет параметров процесса.	2	-	-	4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
<b>6</b>	<b>Формообразование плоских изделий</b>	<b>7</b>	-	-	<b>18</b>	
<b>6.1</b>	<b>Контактное формование.</b> Требования к материалам и изделиям. Контактное формование и напыление. Основные операции - подготовка связующего и заготовок, подготовка формы, отверждение и извлечение изделия. Параметры процесса. Область применения.	2	-	-	4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
<b>6.2</b>	<b>Формообразование из листовых армированных термопластов.</b> Требования к полуфабрикатам и изделиям. Классификация методов. Формообразование. Параметры процесса. Область применения.	2	-	-	6	Контрольный опрос Зачет, экзамен



1	2	3	4	5	6	7
6.3	<b>Укладка ленты.</b> Укладка лент с термореактивным и термопластичным связующим. Тепловые и силоскоростные режимы. Область применения.	2	-	-	4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
6.4	<b>Формование эластичной диафрагмой.</b> Формование в вакуумной камере и автоклаве. Режимы. Область применения.	1	-	-	4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
7	<b>Формообразование изделий сложной конфигурации</b>	7	6	10	20	
7.1	<b>Прессование термореактивных композиций.</b> Требования к изделиям. Технологические характеристики пресс-материалов. Основные операции - дозирование, таблетирование, подогрев, уплотнение, отверждение, извлечение изделий. Параметры процесса. Область применения.	2	2	4	4	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим упраж- нениям с его устной защитой Отчет по лаборатор- ным работам с его устной защитой Зачет, экзамен
7.2	<b>Прессование термопластичных композиций.</b> Классификация методов. Прессование из листовых стеклонаполненных композиций. Прессование композиций, предварительно пластицированных в червячном экструдере. Параметры процесса. Область применения.	2	2	4	6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим упраж- нениям с его устной защитой Отчет по лаборатор- ным работам с его устной защитой Зачет, экзамен
7.3	<b>Литье под давлением.</b> Требования к материалам. Технологические характеристики материалов. Параметры процесса. Особенности литья под давлением термопластов и реактопластов. Область применения.	2	2	2	6	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим упраж- нениям с его устной защитой Отчет по лаборатор- ным работам с его устной защитой Зачет, экзамен
7.4	<b>Инжекционное формование.</b> Требования к материалам. Фильтрация матричного полимера через волокнистую заготовку. Отверждение. Режимы. Область применения.	1	-	-	4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
8	<b>Доработка изделий и заключительные операции</b>	6	-	-	14	
8.1	<b>Размерная обработка.</b> Обработка изделий из полимерных и композиционных материалов резанием (разрезка, сверление, фрезерование, точение, шлифование). Режимы. Влияние структуры. Разделение изделий из композиционных материалов струей воды и лучом лазера. Характеристика и основные параметры процессов. Области применения.	2	-	-	4	Контрольный опрос Зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6	7
8.2	<b>Модификация структуры и поверхности.</b> Термообработка, электрофизическая и радиационная обработка изделий. Методы нанесения полимерных и металлических покрытий. Режимы.	2	-	-	6	Контрольный опрос Зачет, экзамен
8.3	<b>Сборка.</b> Основные способы соединения. Склеивание и сварка. Режимы. Механические разъемные и неразъемные соединения.	2	-	-	4	Контрольный опрос Зачет, экзамен
9	<b>Технологичность конструкции и качество изделий</b>	5	1	-	14	
9.1	<b>Технологичность конструкции изделий.</b> Показатели технологичности. Методы оценки показателей. Затраты на технологическую подготовку производства и изготовление изделий.	2	1	-	8	Контрольный опрос Отчет по аудиторным практическим упраж- нениям с его устной защитой Зачет, экзамен
9.2	<b>Показатели качества изделий.</b> Показатели качества. Методы определения. Обеспечение и контроль в процессе изготовления изделий из композиционных материалов. Дефекты. Методы обнаружения и устранения. Статистическое регулирование процессов формообразования и статистический контроль качества изделий.	3	-	-	6	Контрольный опрос Зачет, экзамен
10	<b>Направления развития технологии полимерных и композиционных материалов</b>	1	-	-	2	
10.1	Проблемы, актуальные задачи и пути развития технологии композиционных материалов	1			2	Контрольный опрос Зачет, экзамен
	<b>Всего:</b>	<b>66</b>	<b>32</b>	<b>50</b>	<b>144</b>	

## 5. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень рекомендуемой литературы

#### Основная

№ п/п	Наименование	Количество экземпляров в БГТУ
1	Ставров, В. П. Формообразование изделий из композиционных материалов: учеб. пособие / В. П. Ставров. – Минск: БГТУ, 2006. – 482 с.	126
2	Карпович, О. И. Формообразование изделий из композиционных материалов. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» / О. И. Карпович. – Минск : БГТУ, 2014. – 122 с.	39

#### Дополнительная

№ п/п	Наименование	Количество экземпляров в БГТУ
1	Кербер, М. Л. Полимерные композиционные материалы. Структура, свойства, технология: учеб. пособие / М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин, Ю. А. Горбаткина, В. К. Крыжановский. – СПб.: Профессия, 2008. – 557 с.	4
2	Технология полимерных материалов / Под ред. Крыжановского В.К. – СПб.: Профессия, 2011. – 533 с.	1
3	Лебедева, Т.М. Экструзия полимерных пленок и листов. Материалы. Технологические режимы / Т.М. Лебедева – СПб.: Профессия, 2009. – 215 с.	3
4	Литье пластмасс под давлением / Т.А. Освальд и др. – СПб.: Профессия, 2006. – 708 с.	3
5	Володин, В.П. Экструзия профильных изделий из термопластов / В.П. Володин – СПб.: Профессия, 2005. – 480 с.	6
6	Термоформование. Практическое руководство / А. Иллинг, пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2007. – 287 с.	3
7	Ким, В.С. Теория и практика экструзии / В.С. Ким. – М.: Химия, 2005. – 568 с.	4

### Перечень практических занятий

1. Расчет процессов нагрева и охлаждения в форме.
2. Расчет процессов конвективного нагрева и охлаждения.
3. Расчет параметров течения полимерных расплавов и композиций.
4. Расчет процессов фильтрации полимера через волокнистую систему.
5. Расчет режимов червячной пластикации.
6. Расчет процесса уплотнения волокнистого слоя.
7. Расчет режимов консолидации термопластичных стренг и лент.
8. Расчет параметров процесса отверждения терморезактивных композиций.
9. Расчет параметров процесса экструзии профиля из термопластичной композиции.
10. Расчет параметров процесса пултрузии профильного изделия из композиционного материала с термопластичной матрицей.
11. Расчет параметров процесса намотки нитью.
12. Расчет параметров процесса намотки термопластичной ленты.
13. Расчет режимов прессования терморезактивных композиций.
14. Расчет режимов пласт-формования.
15. Расчет режимов литья под давлением.
16. Оценка затрат на технологическую подготовку производства и изготовление изделия.

### Перечень лабораторных занятий

1. Исследование процессов нагревания и охлаждения при формообразовании изделий.
2. Определение коэффициента трения при скольжении полимерных композиций.
3. Фильтрация полимерных расплавов через волокнистую систему.
4. Получение препрегов с терморезактивным связующим.
5. Пластикация термопластичных композиций в червячном экструдере.
6. Получение термопластичных стеклонаполненных литьевых и прессовочных композиций.
7. Уплотнение волокнистых материалов.
8. Сплавление термопластичных стренг и лент.
9. Пултрузия профильных изделий из армированных термопластов.
10. Намотка нитью.
11. Намотка армированной термопластичной лентой.
12. Прессование изделий из терморезактивных пресс-материалов.
13. Пласт-формование изделий из высоконаполненных термопластов.
14. Литье под давлением стеклонаполненных термопластов.

**Методические рекомендации по организации  
и выполнению самостоятельной работы студентов  
по учебной дисциплине**

Цель самостоятельной работы - закрепление знаний, формирование умений, навыков по изучаемой дисциплине, активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся, формирование умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний, формирование умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике. В рамках дисциплины предусмотрена *самостоятельная работа* в виде:

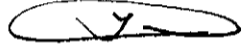
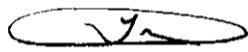
- освоения теоретического материала по учебным пособиям;
- выполнение индивидуальных заданий;
- выполнение курсового проекта по индивидуальному заданию;
- выполнения контрольных работ (тестов) по пройденным темам в аудитории во время проведения практических занятий в соответствии с расписанием;
- оформления отчетов по лабораторным работам в аудитории во время проведения занятий в соответствии с расписанием.

**Диагностика компетенций студентов  
и рекомендации по контролю качества усвоения знаний**

Для контроля качества усвоения знаний и оценки (по десятибалльной шкале) уровня знаний и умений студентов рекомендуется использовать следующие диагностические средства:

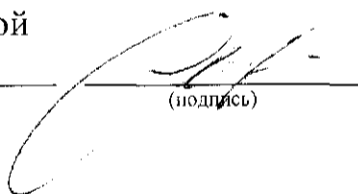
- контрольные опросы;
- контрольные работы;
- отчеты по аудиторным практическим упражнениям с их устной защитой;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- курсовые проекты с их устной защитой;
- зачет;
- экзамен.

**6. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Конструирование оборудования и формообразующей оснастки	Кафедра механики материалов и конструкций	Замечаний нет 	№10 от 26.05.2017
Конструирование изделий из полимеров и эластомеров	Кафедра механики материалов и конструкций	Замечаний нет 	№10 от 26.05.2017

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

*А.В. Спиглазов*

(И.О.Фамилия)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ  
ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»  
на 2018/2019 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Дополнить информационно-методическую часть: форма контроля знаний при проведении межсессионной аттестации – защита лабораторных работ, защита индивидуальных заданий по практическим занятиям. Весовые коэффициенты: $K_{\text{межс1}} = 0,2$ ; $K_{\text{межс2}} = 0,3$ ; $K_{\text{тек}} = 0,5$	Положение о межсессионной аттестации студентов БГТУ, утвержденное 16.03.2018г. №121
2	Технология получения трубчатых изделий из волокнистых композиционных материалов	Протокол заседания кафедры № 5 от 28.11.2017г.
3	Технология получения изделий из материалов на основе полимерсодержащих отходов, образующихся после разделки кабельной продукции и аккумуляторных батарей	Протокол заседания кафедры № 5 от 28.11.2017г.

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № 12 от 21.06.2018 г.)

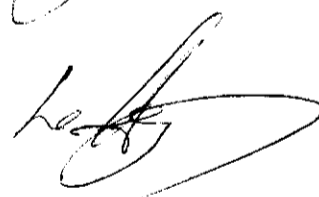
Заведующий кафедрой МиК,  
кандидат технических наук, доцент



А. В. Спиглазов

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ХТИТ,  
кандидат технических наук, доцент



Ю. А. Климош