

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГТУ

 А. А. Сакович

«2» 10 2017 г.

Регистрационный № УД- 927/уч

ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1–36 07 02 Производство изделий на основе трехмерных технологий**

2017 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1–36 07 02–2016 специальности 1–36 07 02 Производство изделий на основе трехмерных технологий, утвержденное и введенное в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 11 августа 2016 № 79, и учебного плана специальности № 36–1–006/уч от 12.05.2016 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Е. И. Кордикова – доцент кафедры механики и конструирования учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

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

С. С. Карпович – заведующий кафедрой «Инновационные процессы» филиала БНТУ «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ», кандидат технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой механики и конструирования учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»
(протокол № 3 от 29 сентября 2017 г);

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»
(протокол № 1 от 02.10 2017 г);

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Цель и задача учебной дисциплины

«Основы материаловедения и структурообразования» – одна из основных дисциплин специальности 1–36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий».

Целью изучения дисциплины является специальная базовая подготовка студентов в области материаловедения и структурообразования материалов, применяемых в аддитивных технологиях.

В связи с этим основная **задача** изучения дисциплины – дать студентам систематические сведения о группах материалов (металлах, полимерах, композиционных материалах, керамике): общих закономерностях формирования структуры органических и неорганических материалов; технологиях получения, структуре и свойствах материала в изделии, полученном по аддитивным технологиям с целью обоснования оптимальных технологических параметров и показателей свойств при создании изделий.

1.2. Связь с другими учебными дисциплинами

Дисциплина «Основы материаловедения и структурообразования» является базой для изучения таких дисциплин специальности, как «Механика материалов аддитивного синтеза» и «Аддитивные технологии в промышленности».

Представленная программа учитывает, что студенты параллельно изучают и другие дисциплины: «Технология конструкционных материалов», «Физикохимия органических и неорганических материалов», и построена таким образом, чтобы избежать дублирования отдельных разделов перечисленных дисциплин.

Для успешного усвоения дисциплины «Основы материаловедения и структурообразования» необходимы знания по математике, физике, общей, неорганической и органической химии.

1.3. Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- виды исходных материалов для аддитивных технологий;
- особенности методов получения компонентов материалов, способы хранения и переработки;
- особенности физико-механических и технологических свойств термопластичных и терморезистивных полимеров, металлов, стекла, керамики и вяжущих как основы материалов для аддитивного синтеза, волокнистых и порошковых наполнителей, модифицирующих добавок различного назначения;
- особенности структурообразования материалов на стадии производства изделий по трехмерным технологиям;
- принципы создания гибридных и анизотропных структур материалов в процессе производства по трехмерным технологиям;

- особенности свойств материалов в зависимости от параметров переработки;
- основные методы изучения структурных параметров и технологических свойств исходных материалов и материалов в готовых изделиях;
- области эффективного применения материалов различного типа;

уметь:

- выбирать материалы (полимерные, металлические, керамические и др.) и наполнители (дисперсные, волокнистые), тип структуры при проектировании изделий с учетом особенностей аддитивных технологий и условий эксплуатации;

- выбирать вид трехмерной технологии по критериям наибольшей эффективности обеспечения эксплуатационных свойств материалов в изделиях;

владеть:

- методологией выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований;

- навыками обоснования и принятия решений о режимах технологии переработки материалов в изделия;

- навыками управления процессами получения материалов с заданными свойствами;

- навыками выбора методики, осуществления необходимых экспериментов и интерпретации их результатов.

1.4. Требования к компетенциям специалиста

Академические компетенции

Студент 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-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

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

АК-8. Владеть навыками устной и письменной коммуникации.

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

Социально-личностные компетенции

Студент должен:

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

Профессиональные компетенции

Студент должен быть способен:

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-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 элементов технологического оборудования по профилю специальности, анализировать и обрабатывать результаты исследований.

– ПК-9. Разрабатывать на изделия, получаемые по трехмерным технологиям производства, средства испытаний и элементы технологического оборудования 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-26. Организовывать собственный труд и работу других исполнителей в соответствии с поставленными задачами, условиями и сроками их выполнения.

1.5. Структура и содержание учебной дисциплины

Данная программа разработана в соответствии с образовательным стандартом и учебным планом для специальности 1–36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий».

Форма получения высшего образования – очная, дневная.

На изучение дисциплины отводится 334 часа, в том числе 176 часов аудиторных занятий, из них 108 часов лекций и 68 часов лабораторных занятий.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам составляет:

Зачет Экзамен		Распределение часов по видам занятий			Распределение часов по семестрам				
Семестры		Всего	Лекции	Лаб. занятия	Семестр	Всего	Всего аудит.	Лекции	Лаб. занятия
4	5	176	108	68	4	154	90	54	36
					5	180	86	54	32

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение

1.1. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Преимущества, перспективы и проблемы. Характеристика рынка, целевые задачи, отрасли использования, критерии выбора аддитивных технологий. Аддитивные технологии в Беларуси.

1.2. Терминология и классификация аддитивных технологий по формированию слоя, подводу энергии, используемому материалу. Классификация по стандарту ASTM. Краткая характеристика процессов.

1.3. Классификация применяемых материалов: жидкие фотополимеры, сыпучие (полимеры, металлы, пески), прутковые (полимеры, металлы, армированные и наполненные полимеры); листовые (полимеры, металлы).

2. Полимерные материалы для аддитивных технологий

2.1. Классификация полимерных материалов: термопласты, реактопласты. Механические, теплофизические и диэлектрические свойства. Влияние молекулярной структуры, условий получения и внешней среды. Области применения.

2.2. Вязкие свойства полимерных материалов. Законы течения. Влияние параметров на показатели вязкости. Методы определения показателей вязких свойств полимерных и олигомерных материалов.

2.3. Кинетика отверждения термореактивных материалов. Воздействие тепла, УФ излучения, лазера. Методы описания и определения параметров. Тепловые эффекты при отверждении.

2.4. Фотополимеры: акриловые, эпоксидные и др. Особенности прохождения реакций, физико-механические и технологические свойства, структура, получение, использование.

2.5. Дисперсные (порошкообразные) полимерные материалы. Методы получения порошков и контроля параметров. Основные технологические свойства порошков.

2.6. Примеры порошкообразных полимерных материалов: ПА, ПС, ПММА и др. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.

2.7. Прутковые (нитевидные) полимерные материалы. Получение прутков. Основные технологические свойства непрерывных полимерных материалов.

2.8. Примеры прутковых полимерных материалов: ПА, АБС-подобные, ПС, ПЛА и др. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.

2.9. Листовые (плосочные) полимерные материалы. Получение пленок. Примеры используемых полимеров. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.

2.10. Полимеры со специальными свойствами. Добавки, изменяющие основные характеристики полимеров (пластификаторы, стабилизаторы, модификаторы, пигменты).

3. Наполненные полимерные материалы для аддитивных технологий

3.1. Назначение наполнителя. Основные требования. Классификация. Волокнистые и дисперсные наполнители, особенности структуры и свойств. Роль наполнителей в формировании свойств.

3.2. Волокнистые наполнители. Стекланные элементарные волокна. Классификация, способы получения, физико-механические свойства.

3.3. Стекловолоконные материалы (нити, ровинги). Способы получения. Особенности свойств. Области применения. Модифицирование поверхности наполнителя.

3.4. Углеродные волокна, получение, классификация, структура и физико-механические характеристики. Углеродные волокнистые материалы (нити), особенности свойств. Области применения.

3.5. Волокнистые и дисперсные наполнители растительного происхождения (древесные волокна и отходы переработки древесины; лен, льнокостра). Особенности свойств. Области применения.

3.6. Дисперсные наполнители. Классификация, особенности свойств, влияние на свойства полимерных материалов. Примеры дисперсных наполнителей: мел, тальк, каолин, металлические порошки, нанотрубки и др.

3.7. Технологии получения прутков. Параметры технологического процесса влияющие на физико-механические и технологические свойства получаемых стренг (прутков), структура, использование.

3.8. Однонаправленные материалы. Особенности метода получения стренг на основе термопластичных полимеров и непрерывных стекланных или углеродных наполнителей. Параметры структуры и свойства однонаправленных материалов. Получение изделий.

3.9. Композиции дисперсных наполнителей с полимерными матричными материалами. Особенности метода получения стренг. Параметры структуры и свойства. Получение изделий.

4. Вспомогательные материалы

4.1. Материалы платформы. Устройство и назначение платформы, используемые подходы и материалы для обеспечения направленной адгезии. Материалы платформы: стекло, металлы, акрил и др.

4.2. Поддерживающие материалы. Назначение, основные требования к поддерживающим материалам. Примеры, использование, свойства.

5. Металлические материалы для аддитивных технологий

5.1. Классификация металлов и сплавов, применяемых в аддитивных технологиях. Основные физико-механические и технологические свойства. Волокнистые и порошкообразные металлы и сплавы. Методы контроля свойств.

5.2. Порошкообразные металлы. Классификация и основные характеристики процессов производства металлических порошков: механические, хи-

мико-металлургические. Процессы диспергирования расплава, газовая, вакуумная, центробежная атомизация.

5.3. Примеры металлических порошков: Al, Cu, Ti-Al, Ag, Au, Co-Cr, Ni-Fe, инструментальные стали. Основные свойства, используемые методы контроля параметров, применение.

5.4. Порошковые композиции на основе металлов. Процессы подготовки и смешивания порошков. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.

5.5. Методы изготовления изделий из порошковых металлических материалов. Процессы уплотнения и спекания. Сущность и технологические основы спекания.

5.6. Классификация методов спекания (твердофазное, жидкофазное). Механизмы процесса, стадии спекания. Термическая постобработка.

5.7. Металлические проволоочные материалы. Получение прутков. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.

5.8. Листовые металлические материалы. Получение фольги. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.

6. Керамические материалы для аддитивных технологий

6.1. Классификация керамик, применяемых в аддитивных технологиях. Основные физико-механические и технологические свойства. Методы контроля свойств.

6.2. Порошкообразные керамические материалы. Методы получения: совместное соосаждение, распыление, криогенный и др.

6.3. Примеры керамических порошков для аддитивных технологий: пески кварцевые, циркониевые, глины и др. Получение порошковых композиций. Свойства физико-механические и технологические, структура, использование. Термическая постобработка.

6.4. Пастообразные керамические материалы. Получение паст (коллоидных систем),

6.5. Физико-механические и технологические свойства пастообразных керамических материалов, структура, использование. Термическая постобработка.

7. Вяжущие материалы для аддитивных технологий

7.1. Классификация вяжущих, применяемых в аддитивных технологиях. Основные физико-механические и технологические свойства. Методы контроля свойств.

7.2. Примеры вяжущих материалов: бетоны, цементы, строительные смеси, и др., в том числе наполненные. Технологии получения, особенности свойств, применение.

8. Методы доработки материалов и изделий.

8.1. Механическая обработка полученных изделий по аддитивным технологиям. Отделение от стола, удаление поддержки, сверление, фрезерование и др.

8.2. Химическая обработка. Удаление поддержки, повышение качества поверхности. Растворители для химической обработки, растворимость основного материала и материала поддержки. Применение методов для обработки поверхности: окунание, распыление и др.

8.3. Соединение деталей. Печать изделий из нескольких материалов для термодинамически несовместимых полимеров. Разработка сборной конструкции на стадии проектирования.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количество часов СР	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6
<i>4 семестр</i>					
1	Введение	6	–	6	
1.1.	Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Преимущества, перспективы и проблемы. Характеристика рынка, целевые задачи, отрасли использования, критерии выбора аддитивных технологий. Аддитивные технологии в Беларуси.	2	–	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
1.2.	Терминология и классификация аддитивных технологий по формированию слоя, подводу энергии, используемому материалу. Классификация по стандарту ASTM. Краткая характеристика процессов.	2	–	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
1.3.	Классификация применяемых материалов: жидкие фотополимеры, сыпучие (полимеры, металлы, пески), прутковые (полимеры, металлы, армированные и наполненные полимеры); листовые (полимеры, металлы).	2	–	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
2.	Полимерные материалы для аддитивных технологий	26	18	30	
2.1.	Классификация полимерных материалов: термопласты, реактопласты. Механические, теплофизические и диэлектрические свойства. Влияние молекулярной структуры, условий получения и внешней среды. Области применения.	2	–	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
2.2.	Вязкие свойства полимерных материалов. Законы течения. Влияние параметров на показатели вязкости. Методы определения показателей вязких свойств полимерных и олигомерных материалов.	2	–	1	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6
2.2.1	Определение показателя текучести расплава термопластичных полимеров	-	2	2	Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
2.2.2	Определение вязких свойств термореактивных полимеров различными методами.	-	4	2	Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
2.2.3	Расчет энергии активации процесса вязкого течения полимерных материалов	-	4	1	Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
2.3.	Кинетика отверждения термореактивных материалов. Воздействие тепла, УФ излучения, лазера. Методы описания и определения параметров. Тепловые эффекты при отверждении.	4	4	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
2.4.	Примеры фотополимеров: акриловые, эпоксидные и др. Особенности прохождения реакций, физико-механические и технологические свойства, структура, получение, использование.	4	-	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
2.5.	Дисперсные (порошкообразные) полимерные материалы. Методы получения порошков и контроля параметров. Основные технологические свойства порошков.	2		2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
2.6.	Примеры порошкообразных полимерных материалов: ПА, ПС, ПММА и др. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.	2	-	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
2.7.	Прутковые (нитевидные) полимерные материалы. Получение прутков. Основные технологические свойства непрерывных полимерных материалов.	2	2	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
2.8.	Примеры прутковых полимерных материалов: ПА, АБС-подобные, ПС, ПЛА и др. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.	4	-	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
2.9.	Листовые (пленочные) полимерные материалы. Получение пленок. Примеры используемых полимеров. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.	2	2	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6
2.10.	Полимеры со специальными свойствами. Добавки, изменяющие основные характеристики полимеров (пластификаторы, стабилизаторы, модификаторы, пигменты).	2		2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
3.	Наполненные полимерные материалы для аддитивных технологий	24	18	28	
3.1.	Назначение наполнителя. Основные требования. Классификация. Наполнители волокнистые и дисперсные, особенности структуры и свойств. Роль наполнителей в формировании свойств изделий.	2	–	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
3.2.	Волокнистые наполнители. Стекловолоконные элементарные волокна. Классификация, способы получения, физико-механические свойства.	2		2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
3.3.	Стекловолоконные материалы (нити, ровинги). Способы получения. Особенности свойств. Области применения. Модифицирование поверхности наполнителя.	4	4	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
3.4.	Углеродные волокна, получение, классификация, структура и физико-механические характеристики. Углеродные волокнистые материалы (нити), особенности свойств. Области применения.	2	4	2	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
3.5.	Волокнистые и дисперсные наполнители растительного происхождения (древесные волокна и отходы переработки древесины; лен, льнокостра). Особенности свойств. Области применения.	2	4	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
3.6.	Дисперсные наполнители. Классификация, особенности свойств, влияние на свойства полимерных материалов. Примеры дисперсных наполнителей: мел, тальк, каолин, металлические порошки, нанотрубки и др.	4	2	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
3.7.	Технологии получения прутков. Параметры технологического процесса влияющие на физико-механические и технологические свойства получаемых стренг (прутков), структура, использование.	2		2	Контрольные опросы; зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6
3.8.	Однонаправленные материалы. Особенности метода получения стренг на основе термопластичных полимеров и непрерывных стеклянных или углеродных наполнителей. Параметры структуры и свойства однонаправленных материалов. Получение изделий.	4	4	6	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
3.9.	Композиции дисперсных наполнителей с полимерными матричными материалами. Особенности метода получения стренг. Параметры структуры и свойства. Получение изделий.	2	–	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
Всего за 4 семестр		54	36	64	
<i>5 семестр</i>					
4.	Вспомогательные материалы	4	–	4	
4.1.	Материалы платформы. Устройство и назначение платформы, используемые подходы и материалы для обеспечения направленной адгезии. Материалы платформы: стекло, металлы, акрил и др.	2	–	2	Контрольные опросы; зачет, экзамен
4.2.	Поддерживающие материалы. Назначение, основные требования к поддерживающим материалам. Примеры. использование, свойства.	2	–	2	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
5.	Металлические материалы для аддитивных технологий	22	14	46	
5.1.	Классификация металлов и сплавов, применяемых в аддитивных технологиях. Основные физико-механические и технологические свойства. Волокнистые и порошкообразные металлы и сплавы. Методы контроля свойств.	4	–	4	Контрольные опросы; зачет, экзамен
5.2.	Порошкообразные металлы. Классификация и основные характеристики процессов производства металлических порошков: механические, химико-металлургические. Процессы диспергирования расплава, газовая, вакуумная, центробежная атомизация.	4		6	Контрольные опросы; зачет, экзамен
5.3.	Примеры металлических порошков: Al, Cu, Ti-Al, Ag, Au, Co-Cr, Ni-Fe, инструментальные стали. Основные свойства, используемые методы контроля параметров, применение.	2	4	8	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6
5.4.	Порошковые композиции на основе металлов. Процессы подготовки и смешивания порошков. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.	4	2	8	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
5.5.	Методы изготовления изделий из порошковых металлических материалов. Процессы уплотнения и спекания. Сущность и технологические основы спекания.	2	4	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
5.6	Классификация методов спекания (твердофазное, жидкофазное). Механизмы процесса, стадии спекания. Термическая постобработка.	2	4	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
5.7.	Металлические проволочные материалы. Получение прутков. Свойства физико-механические и технологические, структура, использование.	2	–	6	Контрольные опросы; зачет, экзамен
5.8.	Листовые металлические материалы. Получение фольги. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.	2	–	6	Контрольные опросы; зачет, экзамен
6.	Керамические материалы для аддитивных технологий	14	14	20	
6.1.	Классификация керамик, применяемых в аддитивных технологиях. Основные физико-механические и технологические свойства. Методы контроля свойств.	4	–	4	Контрольные опросы; зачет, экзамен
6.2.	Порошкообразные керамические материалы. Методы получения: совместное осаждение, распыление, криогенный и др.	4	2	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
6.3.	Примеры керамических порошков для аддитивных технологий: пески кварцевые, циркониевые, глины и др. Получение порошковых композиций. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование. Термическая постобработка.	2	4	6	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен

1	2	3	4	5	6
6.4.	Пастообразные керамические материалы. Получение паст (коллоидных систем).	2	4	4	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
6.5	Физико-механические и технологические свойства пастообразных керамических материалов, структура, использование. Термическая постобработка.	2	4	2	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
7.	Вязущие материалы для аддитивных технологий	6	–	12	
7.1.	Классификация вязущих, применяемых в аддитивных технологиях. Основные физико-механические и технологические свойства. Методы контроля свойств.	2	–	6	Контрольные опросы; зачет, экзамен
7.2.	Примеры вязущих материалов: бетоны, цементы, строительные смеси, и др. в том числе наполненные. Технологии получения, особенности свойств, применение.	4	–	6	Контрольные опросы; зачет, экзамен
8.	Методы доработки материалов и изделий.	8	4	16	
8.1.	Механическая обработка полученных изделий по аддитивным технологиям. Отделение от стола, удаление поддержки, сверление, фрезерование и др.	4		4	Контрольные опросы; зачет, экзамен
8.2.	Химическая обработка. Удаление поддержки, повышение качества поверхности. Растворители для химической обработки, растворимость основного материала и материала поддержки. Применение методов для обработки поверхности: окупание, распыление и др.	2	4	6	Контрольные опросы; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен
8.3.	Соединение деталей. Печать изделий из нескольких материалов для термодинамически несовместимых полимеров. Разработка сборной конструкции на стадии проектирования.	2	–	6	Контрольные опросы; зачет, экзамен
	Всего в 5 семестре	54	32	94	
Всего		108	68	158	

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Перечень основной литературы

№ п/п	Литература	Количество в библиотеке БГТУ
1	Кучерявая С. К. Пластические массы. – Мн.: УП Технопринт, 2003. – 293 с.	3
2	Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин и др.; под ред. Л.А. Берлипа. — СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.	4
3	Болтон, У. Конструкционные материалы. Металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты / У. Болтон. – М. : Изд-во Додека-XXI. 2004, 2009. – 320 с.	2
4	Керамические материалы / Г. П. Масленникова, Р. А. Мамаладзс, С. Мидзута, К. Коумото. – М. : Стройиздат, 1991. – 315 с.	9
5	Бальшин, М. Ю. Основы порошковой металлургии. / С. С. Кипарисов, М. Ю. Бальшин – Москва: Металлургия, 1978. – 183с.	2

4.2. Перечень дополнительной литературы

№ п/п	Литература	Количество в библиотеке БГТУ
1	Мурзин В. С. Технология композиционных материалов и изделий. – Воронеж, 1999. – 294 с.	1
2	Андриевский, Р. А., Рагуля А. В. Наноструктурные материалы: Учебное пособие. – М.: Академа, 2005. – 192 с.	5
3	Бобович Б. Б. Полимерные конструкционные материалы (структура, свойства, применение): уч. пособие для студентов высших учебных заведений / Б. Б. Бобович. – Москва: Форум, 2014. – 398 с.	2
4	Основы сварочного производства, учебное пособие для технических училищ / О. И. Стеклов – Москва : Высшая школа , 1981. – 159 с.	2

Интернет ресурсы

Пластик для 3D печати поддержки HIPS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://250041.ua.all.biz/plastik-dlya-3d-pechati-podderzhki-hips-8707738> – Дата обращения: 09.06.2017).

Этапы 3D-печати. Цифровая модель с поддерживающими конструкциями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.orgprint.com/wiki/3d-pechat/Jetapy-3D-pechati> – Дата обращения: 09.06.2017).

Технологии лазерного аддитивного производства металлических изделий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geektimes.ru/post/218271/> – Дата обращения: 09.06.2017).

Выборочное лазерное спекание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3dtoday.ru/wiki/SLS_print/ – Дата обращения: 09.06.2017).

Обзор производителей расходных материалов для FDM 3D-принтеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geektimes.ru/post/231299/> – Дата обращения: 09.06.2017).

4.3 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;
- оформления отчетов по лабораторным работам в аудитории во время проведения занятий в соответствии с расписанием.

Задания для самостоятельной проработки тем теоретического раздела курса выдаются преподавателем, читающим лекционный курс дисциплины, на лекции, посвященной данной тематике.

Задания по подготовке к лабораторным занятиям выдается преподавателем, ведущим занятия, в период их проведения. Защита лабораторных работ студентами проводится в присутствии преподавателя, выдавшего задание на выполнение этого вида самостоятельной работы. Результаты текущего контроля знаний используются при проведении зачета и экзамена.

Примерный перечень заданий для самостоятельной работы студентов

1. Составить перечень предприятий Республики Беларусь, на которых применяются аддитивные технологии.
2. Привести классификацию аддитивных технологий по стандарту ASTM.
3. Провести сравнительный анализ термопластичных материалов для FDM-технологий (полимерная печать).
4. Описать основные методы и применяемое оборудование для определения вязких свойств полимерных материалов.
5. Описать химические основы прохождения реакций отверждения при воздействии УФ и лазерного излучения.
6. Привести сведения по производителям, ценам и поставщикам фотополимерных материалов для аддитивных технологий.
7. Привести сведения по производителям, ценам и поставщикам полимерных порошковых материалов для аддитивных технологий.
8. Привести сведения по производителям, ценам и поставщикам металлических порошков для аддитивных технологий.
9. Привести сведения по производителям, ценам и поставщикам керамических порошков и смесей для аддитивных технологий.

10. Привести сведения по производителям, ценам и поставщикам полимерных композиционных материалов для аддитивных технологий.

11. Описать механизм действия ашпретов, наносимых на стекловолоконистые материалы.

12. Описать особенности технологии однонаправленных стренг для аддитивных технологий (пултрузионная, кабельная, волоконная).

13. Проанализировать объемы использования вяжущих материалов в аддитивных технологиях в различных странах.

14. Подготовиться к выполнению и защите лабораторных работ.

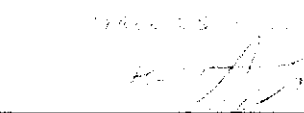
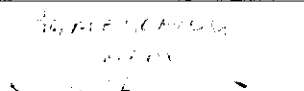
4.4. Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Диагностика компетенций студентов осуществляется на зачете и экзамене. Оценка промежуточных учебных навыков студентов осуществляется по результатам достижения поставленных целей на лабораторных работах.

Для контроля качества усвоения знаний и оценки уровня знаний и умений студентов рекомендуется использовать следующие диагностические средства:

- контрольные опросы;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- зачет, экзамен.

5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Название 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)
Механика материалов аддитивного синтеза	Кафедра механики и конструирования		
Аддитивные технологии в промышленности	Кафедра механики и конструирования		

Заведующий кафедрой МиК
к.т.н., доцент



А.В.Спиглазов

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
 ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
 «ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ»
 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, контрольная работа. 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

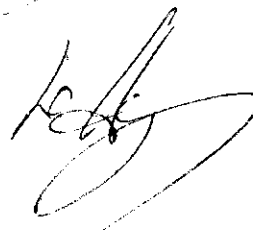
Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № 12 от 21.06.2018 г.)

Заведующий кафедрой МИК,
 кандидат технических наук, доцент



А. В. Спиглазов

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета ХТИТ,
 кандидат технических наук, доцент



Ю. А. Климош