

Учреждение образования

«Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д. Асенчик

_____ 02.12. _____ 2020

Регистрационный номер № УД–31– 41/уч.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-36 07 02 Производство изделий на основе трехмерных технологий

2020

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 07 02 – 2019, учебных планов первой ступени высшего образования по специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»: I 36-1-04/уч. от 06.02.2019г. и I 36-1-15/уч. от 06.02.2019г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.Б.Одарченко, к.т.н., доцент кафедры «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Б.М.Немененок — заведующий кафедрой «Металлургия черных и цветных металлов» учреждения образования «Белорусский национальный технический университет», доктор технических наук, профессор.

Ю.Л.Бобарикин - заведующий кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 21.10.2020);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 03.11.2020);

УД 049 – 4/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 01.12.2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения дисциплины является изучение основных технологических процессов аддитивного производства трехмерных изделий.

Основные задачи изучения дисциплины:

- ознакомиться с теоретическими основами трехмерных технологий производства изделий (технологии послойного синтеза, аддитивные технологии, технологии выращивания) с учетом специфики материалов и конструкции изделий;
- научиться разрабатывать конструкции изделий под заданные критерии назначения с учетом специфики технологии производства; владеть программными средствами проектирования и инженерного анализа;
- ознакомиться с основами разработки моделей и конструирования изделий, методами оценки их эксплуатационных характеристик с учетом анизотропии материала и технологических особенностей производства, в том числе с использованием компьютерных программ;
- ознакомиться с методами управления структурой и свойствами материалов в изделиях под эксплуатационные требования;
- научиться осуществлять оптимизацию параметров технологического процесса производства с учетом выбранных материалов и конструкции изделия под существующее оборудование, а также формулировать исходные технологические требования под разработку нового оборудования или модернизацию существующего;
- получить необходимые знания для осуществления технико-экономического анализа организации аддитивного производства;
- овладеть принципами составления заключения о рентабельности аддитивного производства и его преимуществ перед другими методами изготовления трехмерных изделий;

При составлении программы учтено, что студенты параллельно с данным курсом изучают основы конструирования и детали машин, механику материалов аддитивного синтеза, конструирование изделий, методы испытаний материалов и изделий - дисциплины, при изучении которых также получают профессиональные знания, необходимые для выполнения курсового проекта по дисциплине «Аддитивные технологии в производстве»

Для успешного усвоения дисциплины «Аддитивные технологии в производстве» необходимы знания по таким дисциплинам как: «Материалы аддитивного синтеза»; «Физическая химия конструкционных материалов»; «Технология формообразования»; «Общая и неорганическая химия»; Принципы создания композиционных материалов с градиентом свойств»; «Механика материалов аддитивного синтеза»; «Теоретическая механика».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- теоретические основы процессов формообразования изделий по трехмерным технологиям;
- основные технологические операции при формообразовании и доработке изделий;
- методы расчета и моделирования процессов формообразования изделий, используемые при этом технические нормативы;

уметь:

- выбирать подходящие технологические процессы получения изделий;
- рассчитывать параметры типовых технологических процессов формообразования изделий по трехмерным технологиям 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 трехмерного производства 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 материалов;
- методами обеспечения структуры и эксплуатационных свойств материалов на стадии формообразования изделий.

Изучение дисциплины должно обеспечить у студентов формирование специализированной компетенции: БПК-13: знать терминологию, классификацию и сферы применения аддитивных технологий, оборудование для их реализации в условиях производства.

А также развить ряд профессиональных компетенций:

- Анализировать и объективно оценивать достижения науки в области современных материалов, разработки производства и применения (Эксплуатации) изделий, перспективы и направления развития.
- Владеть современными программными средствами моделирования, расчета и компьютерного проектирования материалов, изделий и технологических процессов.
- Оценивать технический уровень и экономическую эффективность принимаемых технических решений.

- Разрабатывать бизнес-планы и календарные планы освоения производства новых изделий и новых технологий.
- Оценивать конкурентоспособность, экономическую эффективность разработки и постановки на производство новых изделий и освоения новых трехмерных технологий.
- Проводить работы по сертификации продукции и производств по профилю специальности.
- Готовить проекты лицензионных договоров о передаче прав на использование объектов промышленной собственности.
- Самостоятельно принимать профессиональные решения с учетом их социальных, экономических и экологических последствий.
- Оценивать технологичность конструкции изделий по техноко-экономическим показателям.
- Организовывать рациональное обслуживание и ремонт элементов технологического оборудования.
- Эффективно взаимодействовать со специалистами других подразделений и с другими предприятиями.
- Анализировать работу по установленному заданию, готовить соответствующую информацию и доклады для руководства.

Форма получения высшего образования: дневная

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Аддитивные технологии в производстве» в соответствии с учебными планами по специальности: 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» - всего 300 часов. Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах – 8.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

	Дневная форма
Курс	3, 4
Семестр	6, 7
Лекции (час)	68
Лабораторные занятия (час)	51
Практические занятия (час)	34
Всего аудиторных часов (час)	153

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

	Дневная форма
Зачет, семестр	6
Экзамен, семестр	7
Курсовой проект, семестр	7

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Общая характеристика и перспективы развития аддитивных технологий.

Тема 1.1. Предпосылки появления и развития аддитивных технологий.

Базовые принципы, инженерно-технологические особенности и предпосылки создания аддитивных технологий.

Тема 1.2. Основная терминология и стандарты в области аддитивных технологий.

Терминология и классификационные признаки аддитивных процессов в рамках стандартов ASTM .

Тема 1.3. Технологические возможности и эффективность аддитивных технологий.

Технико-экономические аспекты эффективности и направления развития аддитивных технологий.

Тема 1.4. Состояние мирового рынка аддитивных технологий.

Характеристика и тенденции развития рынка аддитивных технологий.

Раздел 2. Характеристика процессов аддитивного производства полимерных изделий.

Тема 2.1. Производство изделий из полимерных материалов.

Общая классификация, характеристики и область применения процессов производства изделий из полимерных материалов.

Тема 2.2. Стериолитография (SLA).

Принципы, характеристики, особенности процессов фотополимерной печати.

Тема 2.3. Технологии, материалы и оборудование.

Фотополимерная печать. Применяемые материалы, работа и характеристики основного технологического оборудования.

Тема 2.4. FDM печать.

Принципы, характеристики, особенности процессов термоэкструдерной печати.

Тема 2.5. Технологии, материалы и оборудование.

Термоэкструдерная печать. Применяемые материалы, работа и характеристики основного технологического оборудования.

Тема 2.6. Финишная обработка полимерных изделий.

Пастообработка изделий из полимерных материалов. Работа и характеристики основного технологического оборудования.

Раздел 3. Характеристика процессов аддитивного производства изделий из металлов и сплавов.

Тема 3.1. Аддитивные технологии изделий из металлов и сплавов.

Общая классификация, характеристики и область применения процессов производства изделий из металлов и сплавов.

Тема 3.2. SLS печать металлами.

Принципы, характеристики, особенности процессов группы Bed Deposition.

Тема 3.3. DMD печать металлами.

Принципы, характеристики, особенности процессов группы Direct Deposition.

Тема 3.4. Характеристика материалов для 3D печати металлами и сплавами.

Виды материалов, их свойства и целевое применение.

Тема 3.5. Методы получения металлических порошков. Характеристика рынка производителей металлокерамики.

Методы получения нанокристаллических материалов.

Тема 3.6. Оборудование для производства металлопорошков.

Производители атомайзеров и поставщики металлопорошковых композиций для использования в АМ-машинах.

Тема 3.7. Финишная обработка печатных изделий из металлов и сплавов.

Работа и характеристики основного технологического оборудования для получения металлических порошков.

Раздел 4. Характеристика процессов аддитивного производства изделий из минеральных материалов и керамики.

Тема 4.1. Производство изделий из материалов на минеральной основе.

Общая классификация, характеристики и область применения процессов производства изделий из минеральных материалов и керамики.

Тема 4.2. Разновидности, принципы, характеристики, особенности основных процессов.

Тема 4.3. Технология, материалы, обработка.

Применяемые материалы, работа и характеристики основного технологического оборудования.

Тема 4.4. Организационно-производственные основы промышленного 3D принтинга.

Цели и задачи применения аддитивных технологий в производстве. Технические, технологические и экономические аспекты.

Раздел 5. Основные направления и особенности организации аддитивных производственных процессов.

Тема 5.1. Аддитивные технологии и топологическая оптимизация.

Задачи, принципы и методы оптимизации конструкций

Тема 5.2. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.

Прототип и опытный образец технологии, методы конструирования и производства опытных образцов.

Тема 5.3. Аддитивное производство технологической оснастки.

Задачи, принципы, методы оперативного производства и внедрения технологической оснастки.

Тема 5.4. Аддитивные технологии и литейное производство.

Задачи, принципы, методы оперативного производства и изготовления уникальных отливок.

Тема 5.5. Аддитивное производство и комплексное освоение проектных решений.

Раздел 6. Аддитивные технологии в медицине.

Тема 6.1. Цифровые медицинские данные, их обработка, объемная визуализация.

Реверс инженерии, методы и способы преобразования рентген-данных в построении 3D моделей.

Тема 6.2. Методы сегментации и построения 3D модели.

Тема 6.3. Виртуальное планирование медицинских манипуляций.

Проектирование лангет и шаблонов, способы и манипуляции проставки имплантов и крепежных элементов.

Тема 6.4. Создание хирургических шаблонов и прототипов.

Тема 6.5. Создание эндо-, экзопротезов.

Тема 6.6. Перспективы и направления развития аддитивных технологий. Анализ сегментов рынка аддитивных технологий, их развития, новые направления и возможности.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6 семестр								
1.	Общая характеристика и перспективы развития аддитивных технологий	8			8			
1.1	Предпосылки появления и развития аддитивных технологий.	2			2			О, ЗЛР, 3
1.2	Основная терминология и стандарты в области аддитивных технологий.	2			2			О, ЗЛР, 3
1.3	Технологические возможности и эффективность аддитивных технологий.	2			2			О, ЗЛР, 3
1.4.	Состояние мирового рынка аддитивных технологий.	2			2			О, ЗЛР, 3
2.	Характеристика процессов аддитивного производства полимерных изделий	12			12			
2.1.	Производство изделий из полимерных материалов.	2			2			О, ЗЛР, 3
2.2.	Стериолитография (SLA).	2			2			О, ЗЛР, 3
2.3.	Технологии, материалы и оборудование.	2			2			О, ЗЛР, 3
2.4.	FDM печать.	2			2			О, ЗЛР, 3
2.5.	Технологии, материалы и оборудование.	2			2			О, ЗЛР, 3
2.6.	Финишная обработка полимерных изделий.	2			2			О, ЗЛР, 3
3.	Характеристика процессов аддитивного производства изделий из металлов и сплавов	14			14			
3.1.	Аддитивные технологии изделий из металлов и сплавов.	2			2			О, ЗЛР, 3

3.2.	SLS печать металлами.	2			2			О, ЗЛР, З
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.3.	DMD печать металлами.	2			2			О, ЗЛР, З
3.4.	Характеристика материалов для 3D печати металлами и сплавами.	2			2			О, ЗЛР, З
3.5.	Методы получения металлических порошков. Характеристика рынка производителей металло-керамики.	2			2			О, ЗЛР, З
3.6.	Оборудование для производства металлопорошков.	2			2			О, ЗЛР, З
3.7	Финишная обработка печатных изделий из металлов и сплавов.	2			2			О, ЗЛР, З
Всего 6 сем.		34			34			
7 семестр								
4.	Характеристика процессов аддитивного производства изделий из минеральных материалов и керамики	8	8		4			
4.1.	Производство изделий из материалов на минеральной основе.	2	2		2			О, ЗЛР, Э
4.2.	Разновидности, принципы, характеристики, особенности основных процессов.	2	2					О, ЗЛР, Э
4.3.	Технология, материалы, обработка.	2	2		2			О, ЗЛР, Э
4.4.	Организационно-производственные основы промышленного 3D принтинга.	2	2					О, ЗЛР, Э
5.	Основные направления и особенности организации аддитивных производственных процессов	14	12		8			
5.1.	Аддитивные технологии и топологическая оптимизация.	2	4		2			О, ЗЛР, Э
5.2.	Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.	2	2		2			О, ЗЛР, Э
5.3.	Аддитивное производство технологической оснастки.	4	2		2			О, ЗЛР, Э
5.4.	Аддитивные технологии и литейное производство.	4	2		2			О, ЗЛР, Э

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.5.	Аддитивное производство и комплексное освоение проектных решений.	2	2					О,ЗЛР, Э
6.	Аддитивные технологии в медицине	12	14		5			
6.1.	Цифровые медицинские данные, их обработка, объемная визуализация.	2	4					О,ЗЛР, Э
6.2.	Методы сегментации и построения 3D модели.	2	2		2			О,ЗЛР, Э
6.3.	Виртуальное планирование медицинских манипуляций.	2	2					О,ЗЛР, Э
6.4.	Создание хирургических шаблонов и прототипов.	2	2		2			О,ЗЛР, Э
6.5.	Создание эндо-, экзопротезов.	2	2					
6.6.	Перспективы и направления развития аддитивных технологий.	2	2		1			О,ЗЛР, Э
	Всего 7 сем.	34	34		17			
	Всего за уч. год.	68	34		51			

Обозначения (форма контроля знаний): О - отчет по лабораторной работе
ЗЛР –защита лабораторной работы
З — зачет
Э - экзамен

Курсовой проект

Общее количество часов, отводимое на курсовой проект в соответствии с учебным планом первой ступени высшего образования спец. 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» 40 часов, 1 зачетная единица.

Целью выполнения курсового проекта является применение:

- основных технологических процессов аддитивного производства трехмерных изделий;
- инженерных навыков по расчёту и конструированию типовых механизмов, узлов и отдельных деталей на основе ранее полученных теоретических знаний по общеобразовательным и общетехническим дисциплинам;
- научиться осуществлять оптимизацию параметров технологического процесса производства с учетом выбранных материалов и конструкции изделия под существующее оборудование.

Основными задачами курсового проекта являются:

- ознакомление с научно-технической литературой по теме курсового проекта;
- изучение известных аналогичных машин и механизмов с анализом их достоинств и недостатков;
- выбор материала и выполнение необходимых проектных и проверочных расчётов с целью обеспечения технических характеристик проектируемого объекта;

Тематика курсовых проектов определяется кафедрой в соответствии с настоящей программой.

Курсовой проект предусматривается в объёме 3 листов формата А1 и пояснительной записки объёмом 35-40 страниц.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Выбор и применение материалов: учебное пособие. В 5 томах / Н.А. Свидунович [и др.] : под ред. Н.А. Свидуновича. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 625 с. : ил.
2. Каменев, С.В. Технологии аддитивного производства : учебное пособие / С.В. Каменев, К.С. Романенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. - 145 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1696-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481769> (05.07.2019).
3. Комаров, О. С. Материаловедение в машиностроении : учебник / О. С. Комаров, Л. Ф. Керженцева, Г. Г. Макаева ; под ред. О. С. Комарова. - Минск : Вышэйшая школа, 2009. - 304 с
4. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебное пособие для вузов / под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп.. - Минск : Новое знание, 2009. - 670 с.
5. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие / под ред. В. С. Чередниченко. - 4-е изд., стер.. - Москва : Омега-Л, 2008. - 751 с.. - (Высшее техническое образование)

Дополнительная литература

1. Бондалетова, Л.И. Полимерные композиционные материалы: Учебное пособие / Л. И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.
2. Конструкционные полимерные композиционные материалы. 2-е изд. // Михайлин Ю.А. –СПб.: ЦОП Профессия, 2015. –822 с.
3. Материаловедение: справочные материалы / авт.-сост. В.А. Брагин, Э.А. Бубнов, В.С. Крохалев ; Министерство образования и науки Российской Федерации и др. – Екатеринбург : , 2018. – 194 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498300> (дата обращения: 29.01.2020). – Библиогр.: с. 166-168. – Текст : электронный.
4. Материаловедение: Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов и [др.]. – 8-е изд., стереотип. – М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 468 с.: ил.
5. Рогов, В.А. Новые материалы в машиностроении: Учеб. пособие / В.А. Рогов, В.В. Соловьев, В.В. Копылов. – М: РУДН, 2008. – 324 с.
6. Технологии лазерного аддитивного производства металлических изделий [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://geektimes.ru/post/218271/>– Дата обращения: 20.06.2019).

Электронные учебно-методические комплексы

1. Кенько В.М. Материаловедение : электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В.М.Кенько. - Гомель : ГГТУ, 2010. 1 папка+1 электрон.опт.диск.- <http://elib.gstu.by> .

Литература по курсовому проектированию

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. – М.: Машиностроение, 2001. –Т. 1. – 920 с.; Т. 2. – 912 с.; Т.3. – 864 с.
2. Атлас конструкции узлов и деталей машин / Под ред. О.А. Ряховского. – М.: МВТУ им. Баумана, 2005. – 380 с.

Примерный перечень лабораторных работ

Основная цель проведения лабораторных занятий состоит в закреплении теоретического материала курса, приобретении навыков выполнения эксперимента, обработки экспериментальных данных, анализа результатов.

1. Подготовка 3D модели к печати, работа в САМ программе CURA.
2. Подготовка 3D модели к печати, работа в САМ программе Simplify 3D.
3. Исследование прочностных и пластических свойств печатных изделий в зависимости от параметра толщины слоя и вида филамента.
4. Исследование прочностных и пластических свойств печатных изделий в зависимости от направления печати.
5. Исследование прочностных и пластических свойств печатных изделий в зависимости от толщины стенки.
6. Исследование прочностных и пластических свойств печатных изделий в зависимости от характера и степени заполнения внутренних полостей.
7. Исследование влияния температуры печати на прочностные свойства образцов при оптимальном размещении.
8. Исследование влияния скорости печати на прочностные и пластические свойства образцов при оптимальном размещении изделия.
9. Исследование влияния температурного режима печати на геометрическую и размерную точность изделия.
10. Исследование влияния температурного режима печати на прочностные свойства образцов при оптимальном разрешении.
11. Исследование возможности обеспечения заданных параметров 3D модели при оптимизированной печати заданным размером сопла.
12. Исследование возможностей различных технологий печати в формировании геометрической и размерной точности изделия.
13. Исследование влияния постобработки деталей на качество и прочность свойства изделий.

Примерный перечень практических работ

1. Изучение устройства 3D принтера Ultimaker S5.
2. Изучение последовательности включения и подготовки принтера Ultimaker S5 к печати.
3. Изучение манипуляций необходимых для перезапуска процедуры печати принтера Ultimaker S5.

4. Изучение манипуляций переустановки филамента и смены сопла экструдера принтера Ultimaker S5.
5. Изучение устройства 3D принтера Mass Portal XD-30.
6. Изучение последовательности включения и подготовки принтера Mass Portal XD-30 к печати.
7. Изучение манипуляций необходимых для перезапуска процедуры печати принтера Mass Portal XD-30.
8. Изучение манипуляций переустановки филамента и смены сопла экструдера принтера Mass Portal XD-30.
9. Изучение устройства 3D принтера Formlabs form 2.
10. Изучение последовательности включения и подготовки принтера Formlabs form 2 к печати.
11. Изучение манипуляций необходимых для перезапуска процедуры печати принтера Formlabs form 2.
12. Изучение манипуляций переустановки филамента и смены сопла экструдера принтера Formlabs form 2.
13. Изучение устройства и последовательность Ein Scan Pro 2x работы сканером при работе в стационарном режиме.
14. Последовательность и особенности работы со сканером Ein Scan Pro 2x в ручном режиме сканирования.
15. Изучение устройства и работы экструдера полимерной нити.
16. Изучение последовательности включения и подготовки к работе экструдера полимерной нити.
17. Изучение устройства установки постобработки печатных изделий Formlabs.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

- Организация самостоятельной работы студентов в вузе [Электронный ресурс] : методические указания для преподавателей и студентов всех специальностей дневной формы обучения / М. М. Рыженко, И. Н. Степанкин, В. М. Кенько ; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого", Кафедра "Материаловедение в машиностроении". - Гомель : ГГТУ, 2009 - 58 с. УДК 378.147(075.8) ББК 74.580.26я73.

- Положение об управляемой самостоятельной работе студентов № 22 от 18.05.2011;

Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности

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:

- зачет;
- экзамен;
- защита курсового проекта;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- контрольные опросы;

Форма контроля знаний при проведении межсессионной аттестации - защита лабораторных работ.

Первая межсессионная аттестация проводится по результатам контрольного опроса и защиты лабораторных работ.

Вторая межсессионная аттестация проводится по результатам контрольного опроса и защиты лабораторных работ.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических и лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуального задания с консультациями у преподавателя;
- защита курсового проекта;
- подготовка к сдаче зачета;
- подготовка к сдаче экзамена.

Преподаватель должен стимулировать и поощрять самостоятельную работу студентов, привлекать студентов к решению прикладных задач в рамках НИРС, к исследовательской работе на ведущей и выпускающей кафедрах.

При изучении дисциплины рекомендуется не все вопросы программы выносить на лекции. В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой можно предложить им часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения рекомендуется включать в перечень вопросов к экзамену.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

В соответствии с п.17 Положения «О текущей аттестации» от 11.11.2013 № 29 студенты допускаются к сдаче экзамена и зачета по учебной дисциплине при условии выполнения ими всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и настоящей учебной программой.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53- ПО).

Перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Перспективы и направления развития аддитивных технологий.
2. Технологические основы и базовые принципы создания аддитивных технологий.
3. Основные идеи и предпосылки создания аддитивных технологий.
4. Классификационные признаки аддитивных процессов в рамках стандартов ASTM.
5. Эффективность и направления развития аддитивных технологий.
6. Характеристика развития рынка аддитивных технологий.
7. Классификация и область применения процессов производства изделий из полимерных материалов.
8. Принципы и особенности процессов фотополимерной печати.
9. Применяемые материалы в фотополимерной печати.
10. Характеристики основного технологического оборудования фотополимерной печати.
11. Принципы и особенности процессов термоэкструдерной печати.
12. Характеристики основного технологического оборудования термоэкструдерной печати.
13. Применяемые материалы в термоэкструдерной печати.
14. Пастообработка изделий из полимерных материалов.
15. Характеристики основного технологического оборудования пастообработки изделий из полимерных материалов.
16. Характеристика процессов аддитивного производства изделий из металлов.
17. Классификация и область применения процессов аддитивного производства изделий из металлов.
18. Характеристика процессов аддитивного производства изделий из сплавов.
19. Классификация и область применения процессов аддитивного производства изделий из сплавов.
20. Принципы, характеристики, особенности процессов группы Bed Deposition.
21. Принципы, характеристики, особенности процессов группы Direct Deposition.
22. Материалы для «металлических АМ-машин».
23. Методы получения металлических порошков.
24. Методы получения нанокристаллических материалов.

25. Характеристики основного технологического оборудования производства изделий из металлов.
26. Характеристики основного технологического оборудования производства изделий из сплава.
27. Характеристика процессов аддитивного производства изделий из минеральных материалов.
28. Классификация и область применения процессов аддитивного производства изделий из минеральных материалов.
29. Характеристика процессов аддитивного производства изделий из керамики.
30. Классификация и область применения процессов аддитивного производства изделий из керамики.
31. Цели и задачи применения аддитивных технологий в производстве.
32. Основные направления организации аддитивных производственных процессов.
33. Аддитивные технологии и топологическая оптимизация.
34. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование.
35. Аддитивное производство технологической оснастки.
36. Аддитивные технологии и литейное производство.
37. Аддитивные технологии в медицине.
38. Цели и задачи применения аддитивных технологий.
39. Экономические аспекты применения аддитивных технологий.
40. Комплексное освоение проектных решений применения аддитивных технологий.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

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)
Материалы аддитивного синтеза	«Материаловедение в машиностроении»	Нет <hr/> И.Н.Степанкин	
Технология формообразования изделий из конструктивных материалов	«Материаловедение в машиностроении»	Нет <hr/> И.Н.Степанкин	