Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологические основы аддитивного производства

22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Металлургия»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк
2023

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 01:05:53 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– ознакомление обучающихся с основами аддитивных технологий (3D-печать), их принципами работы, областями применения и важно-стью в современной промышленности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение основных понятий и принципов аддитивных технологий;
– ознакомление обучающихся с используемыми материалами и аддитивными способами получения изделия;
– ознакомление обучающихся с основами работы 3D-принтеров, сканеров и другого оборудования;
– обучение использованию специализированного программного обеспечения для создания и редактирования 3D-моделей;
– обучение созданию сложных и оптимизированных моделей, готовых к 3D-печати.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Теоретические основы литейных процессов;
– Технологические основы литейного производства черных и цветных металлов;
– Математика;
– Информационные технологии;
– Физика;
– Химия;
– Система автоматизированного проектирования;
– Материаловедение;
– Введение в профессиональную деятельность.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Цифровые технологии в литейном производстве;
– Аддитивные технологии в литейном производстве.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен определять организационно-технические меры по выполнению технологических процессов в металлургии	ПК-1.1 Понимает технологические процессы металлургического производства	– знать: принципы работы и применения аддитив-ных систем и оборудования для создания металлических деталей. – уметь: применять аддитивные технологии для создания сложных металлических деталей.
		ПК-1.2 Выбирает рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства	– знать: процессы и процедуры по выбору рациональных вариантов техно-логии получения готовой продукции в металлургическом производстве. – уметь: анализировать требования и характеристики готовой продукции в металлургическом производстве и выбирать оптимальные варианты технологий для ее получения.
		ПК-1.3 Проектирует технологические процессы металлургической отрасли на основе современных технико-экономических требований	– знать: основные принципы и методы проектирования технологических процессов в металлургической отрасли с учетом современных технико-экономических требований. – уметь: анализировать и оценивать современные технико-экономические требования и тенденции в

			металлургической отрасли и проектировать оптимальные технологические процессы с использованием аддитивных технологий.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 4 курс***	***2 сессия / 4 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен, зачет с оценкой по КП*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***324***	*36*	*288*
	зачетных единиц	***9***	*1*	*8*
Лекции, *академ. час.*		***8***	*2*	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***6***	*0*	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***6***	*0*	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовой проект, *академ. час.*		***54***	*0*	*54*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***241***	*34*	*207*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Используемые материалы для аддитивного производства изделий;

Тема 1.1 Пластики, эластомеры, воск, керамика, композитные материалы (Нитевидные и гранулированные термопласты, эластомеры, воск, керамика; пастообразные материалы; порошковые термопласты, эластомеры, композитные материалы; жидкотекучие реактопласты, воск, керамика, композитные материалы; листовые термопласты.);

Тема 1.2 Металлы (Металлопорошковые композиции; металлическая проволока; прутковые, нитевидные, гранулированные, жидкотекучие металлополимерные композиции; металлопорошковые композиции, стружка, прутки, листовые металлы.);

Тема 1.3 Другие материалы (Песчанополимерные смеси, графит, керамика, гипс, оргстекло.);

Раздел 2 Способы аддитивного производства;

Тема 2.1 Способы получения изделия методом экструзии материала (Технологии FDM, FFF, APF, CFC/CFF, FGF/Pellet FDM/SRAM/BAAM);

Тема 2.2 Способы получения изделия методом послойного отверждения жидких материалов (Технологии SLA/ DLP/ MSLA/ LCD/ LIFT/ DLS, MJM/ PolyJet/ MJP/ DOD);

Тема 2.3 Способы получения методом послойного отверждения порошковых материалов (Технологии SLS, MJF, LB-PBF/ LBM/ SLM/ DMLS);

Раздел 3 Проектирование и подготовка модели для печати на 3D принтере;

Тема 3.1 Проектирование модели для печати на 3D принтере (Проектирование модели с учетом особенностей технологии аддитивного производства и поведения материала);

Тема 3.2 Подготовка модели для печати на 3D принтере (Изучение существующих программ "слайсеров" и их настройки к печати);

Раздел 4 Сканирование, контроль, анализ (3D-сканеры, контрольно-измерительные машины, промышленные томографы).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Используемые материалы для аддитивного производства изделий	1	

Тема 1.1.	Пластики, эластомеры, воск, керамика, композитные материалы	0.5	
Тема 1.2.	Металлы	0.5	
Тема 1.3.	Другие материалы	0.5	
Раздел 2.	Способы аддитивного производства	1	
Тема 2.1.	Способы получения изделия методом экструзии материала	0.5	
Тема 2.2.	Способы получения изделия методом послойного отверждения жидких материалов	0.5	
Тема 2.3.	Способы получения методом послойного отверждения порошковых материалов	0.5	
Раздел 3.	Проектирование и подготовка модели для печати на 3D принтере	1	
Тема 3.1.	Проектирование модели для печати на 3D принтере	0.5	
Тема 3.2.	Подготовка модели для печати на 3D принтере	0.5	
Раздел 4.	Сканирование, контроль, анализ	1	
Итого:		**8**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Используемые материалы для аддитивного производства изделий		
Тема 1.1.	Пластики, эластомеры, воск, керамика, композитные материалы		
Тема 1.2.	Металлы		
Тема 1.3.	Другие материалы		
Раздел 2.	Способы аддитивного производства		
Тема 2.1.	Способы получения изделия методом экструзии материала		
Тема 2.2.	Способы получения изделия методом		

	послойного отверждения жидких материалов		
Тема 2.3.	Способы получения методом послойного отверждения порошковых материалов		
Раздел 3.	Проектирование и подготовка модели для печати на 3D принтере		
Тема 3.1.	Проектирование модели для печати на 3D принтере	2	
Тема 3.2.	Подготовка модели для печати на 3D принтере	2	
Раздел 4.	Сканирование, контроль, анализ	2	
Итого:		**6**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Используемые материалы для аддитивного производства изделий		
Тема 1.1.	Пластики, эластомеры, воск, керамика, композитные материалы		
Тема 1.2.	Металлы		
Тема 1.3.	Другие материалы		
Раздел 2.	Способы аддитивного производства		
Тема 2.1.	Способы получения изделия методом экструзии материала		
Тема 2.2.	Способы получения изделия методом послойного отверждения жидких материалов		
Тема 2.3.	Способы получения методом послойного отверждения порошковых материалов		
Раздел 3.	Проектирование и подготовка модели для печати на 3D принтере		
Тема 3.1.	Проектирование модели для печати на 3D	2	

	принтере		
Тема 3.2.	Подготовка модели для печати на 3D принтере	2	
Раздел 4.	Сканирование, контроль, анализ	2	
Итого:		**6**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 3; Тема 3.1; Тема 3.2; Раздел 4.	Разработка трехмерной твердотельной модели и подготовка к печати на 3D-принтере	54	
Итого:		**54**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Тема 1.1.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Тема 1.2.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Тема 1.3.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Раздел 2.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Тема 2.1.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Тема 2.2.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к	20	

	практическому занятию.		
Тема 2.3.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Раздел 3.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Тема 3.1.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Тема 3.2.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	20	
Раздел 4.	1. Подготовка к лабораторной работе; 2. Подготовка к практическому занятию.	21	
Курсовой проект	*Выполнение курсового проекта*	54	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**304**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7579-2360-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/144008 (дата обращения: 26.04.2023);

2 Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 2 — 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-7339-1398-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/182471 (дата обращения: 26.04.2023);

3 Егорова, Р. В. Технология изготовления деталей методом порошковой металлургии и перспективные материалы, применяемые в аддитивных технологиях : учебное пособие / Р. В. Егорова, М. С. Егоров. — Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2020. — 140 с. — ISBN 978-5-7890-1721-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/238001 (дата обращения: 26.04.2023).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 –]. – URL: http://rusneb.ru. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

8 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

10 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Adobe Acrobat Reader;
– AutoCAD;
– BricsCAD;
– Microsoft Office;

– Microsoft Windows;
– КОМПАС-3D;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерной техникой, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором ;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную компьютерной техникой, 3D-принтерами (перечислить оборудование и технические средства обучения)учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);
- учебную аудиторию для проведения курсового проектирования;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составитель(и):

доцент Князев Сергей Валентинович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии);

директор центра цифровой металлургии Шевченко Роман Алексеевич (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Технологические основы аддитивного производства»

по направлению подготовки (специальности)
22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Металлургия»)
форма обучения – Заочная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– ознакомление обучающихся с основами аддитивных технологий (3D-печать), их принципами работы, областями применения и важно-стью в современной промышленности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение основных понятий и принципов аддитивных технологий;
– ознакомление обучающихся с используемыми материалами и аддитивными способами получения изделия;
– ознакомление обучающихся с основами работы 3D-принтеров, сканеров и другого оборудования;
– обучение использованию специализированного программного обеспечения для создания и редактирования 3D-моделей;
– обучение созданию сложных и оптимизированных моделей, готовых к 3D-печати.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Теоретические основы литейных процессов;
– Технологические основы литейного производства черных и цветных металлов;
– Математика;
– Информационные технологии;
– Физика;
– Химия;
– Система автоматизированного проектирования;
– Материаловедение;

– Введение в профессиональную деятельность.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Цифровые технологии в литейном производстве;

– Аддитивные технологии в литейном производстве.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен определять организационно-технические меры по выполнению технологических процессов в металлургии	ПК-1.1 Понимает технологические процессы металлургического производства	– знать: принципы работы и применения аддитив-ных систем и оборудования для создания металлических деталей. – уметь: применять аддитивные технологии для создания сложных металлических деталей.
		ПК-1.2 Выбирает рациональные варианты технологии получения готовой продукции металлургического производства	– знать: процессы и процедуры по выбору рациональных вариантов техно-логии получения готовой продукции в металлургическом производстве. – уметь: анализировать требования и характеристики готовой продукции в металлургическом производстве и выбирать оптимальные варианты технологий для ее получения.
		ПК-1.3 Проектирует технологические процессы металлургической отрасли на основе современных технико-экономических	– знать: основные принципы и методы проектирования технологических процессов в металлургической отрасли с учетом

		требований	современных технико-экономических требований. – уметь: анализировать и оценивать современные технико-экономические требования и тенденции в металлургической отрасли и проектировать оптимальные технологические процессы с использованием аддитивных технологий.

4 Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 4 курс***	***2 сессия / 4 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен, зачет с оценкой по КП*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***324***	*36*	*288*
	зачетных единиц	***9***	*1*	*8*
Лекции, *академ. час.*		***8***	*2*	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***6***	*0*	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***6***	*0*	*6*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовой проект, *академ. час.*		***54***	*0*	*54*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***241***	*34*	*207*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Используемые материалы для аддитивного производства изделий;

Тема 1.1 Пластики, эластомеры, воск, керамика, композитные материалы (Нитевидные и гранулированные термопласты, эластомеры, воск, керамика; пастообразные материалы; порошковые термопласты, эластомеры, композитные материалы; жидкотекучие реактопласты, воск, керамика, композитные материалы; листовые термопласты.);

Тема 1.2 Металлы (Металлопорошковые композиции; металлическая проволока; прутковые, нитевидные, гранулированные, жидкотекучие металлополимерные композиции; металлопорошковые композиции, стружка, прутки, листовые металлы.);

Тема 1.3 Другие материалы (Песчанополимерные смеси, графит, керамика, гипс, оргстекло.);

Раздел 2 Способы аддитивного производства;

Тема 2.1 Способы получения изделия методом экструзии материала (Технологии FDM, FFF, APF, CFC/CFF, FGF/Pellet FDM/SRAM/BAAM);

Тема 2.2 Способы получения изделия методом послойного отверждения жидких материалов (Технологии SLA/ DLP/ MSLA/ LCD/ LIFT/ DLS, MJM/ PolyJet/ MJP/ DOD);

Тема 2.3 Способы получения методом послойного отверждения порошковых материалов (Технологии SLS, MJF, LB-PBF/ LBM/ SLM/ DMLS);

Раздел 3 Проектирование и подготовка модели для печати на 3D принтере;

Тема 3.1 Проектирование модели для печати на 3D принтере (Проектирование модели с учетом особенностей технологии аддитивного производства и поведения материала);

Тема 3.2 Подготовка модели для печати на 3D принтере (Изучение существующих программ "слайсеров" и их настройки к печати);

Раздел 4 Сканирование, контроль, анализ (3D-сканеры, контрольно-измерительные машины, промышленные томографы).

6 Составитель(и):

доцент Князев Сергей Валентинович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии);

директор центра цифровой металлургии Шевченко Роман Алексеевич (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).