Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 17.09.2025 12:31:45
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Передовая инженерная школа электротранспорта

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /П.Итурралде/
«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Технологии 3D-печати

Направление подготовки
54.04.01. Дизайн

Профиль
Инженерный дизайн и стилистика транспортных средств

Квалификация
магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Преподаватель, без ученой степени  /Дорофеев Т.В /

Согласовано:
Отдел организации
и управления учебным
процессом  /Д.Т.Хамдамова/

Руководитель
образовательной программы
руководитель СКБ  /С.Ю.Алышев/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
   - 3.3. Содержание дисциплины 7
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 9
   - 4.2. Основная литература 9
   - 4.3. Дополнительная литература 10
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 10
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 10
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 13
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 15
   - 7.3. Оценочные средства 15

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью является - освоения дисциплины «Технологии 3D-печати» сформировать у обучающихся комплексные знания и практические навыки в области аддитивных технологий (3D-печати), включая выбор методов, материалов, проектирование моделей и применение в промышленности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Технологии 3D-печати» следует отнести:

1. Теоретическая подготовка:

изучить принципы работы основных технологий 3D-печати (FDM, SLA, SLS, SLM, DLP и др.);

освоить классификацию материалов (полимеры, металлы, композиты) и их свойства;

разобрать этапы производства: от проектирования модели до постобработки.

2. Практические навыки:

научиться работать с CAD/CAM-программами для подготовки 3D-моделей (например, Fusion 360, SolidWorks, Blender);

освоить настройку параметров печати (температура, скорость, поддержки) для разных технологий;

проводить диагностику и устранение типовых дефектов печати.

3. Применение в индустрии:

изучить кейсы использования 3D-печати в машиностроении, медицине, аэрокосмической отрасли и других сферах;

разобрать экономические аспекты: себестоимость, скорость производства, ROI.

4. Проектная работа:

разработать и распечатать собственный проект с учетом требований прочности, точности и функциональности;

проанализировать возможности оптимизации деталей для аддитивного производства (например, топологическая оптимизация).

5. Безопасность и экология:

изучить правила эксплуатации оборудования и меры безопасности;

оценить экологический след 3D-печати (переработка материалов, энергопотребление).

Обучение по дисциплине «Технологии 3D-печати» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, осуществляет её декомпозицию и определяет связи между ее составляющими. ИУК-1.2. Определяет противоречивость и пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, а также критически оценивает релевантность используемых информационных источников. ИУК-1.3. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов с учетом оценки существующих рисков и возможностей их минимизации ИУК-1.4. Применять теоретические знания в проектной практике;
	ИУК-1.5. Проводить анализ соответствующей продукции для целей дизайн-проектирования ИУК-1.6. Работать коллективно в содружестве со специалистами смежных профессий.
ОПК-3. Способен разрабатывать концептуальную проектную идею; синтезировать набор возможных решений и научно обосновать свои предложения при проектировании дизайн-объектов, удовлетворяющих утилитарные и эстетические потребности человека (техника и оборудование, транспортные средства, интерьеры, среда, полиграфия, товары народного потребления); выдвигать и реализовывать креативные идеи	ИОПК-3.1. Знать основы конструкции транспортных средств, их виды и компоновочные схемы ИОПК-3.2. Уметь применять полученные знания при разработке дизайна перспективных транспортных средств ИОПК-3.3. Владеть приемами быстрого изготовления проектной документации. ИОПК-3.4. проводить дизайн эскизирование элементов интерьера и экстерьера.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологии 3D-печати» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Для изучения данной дисциплины студент должен обладать общекультурными компетенциями (владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, формированию выводов для грамотной организации своей деятельности).

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

- Макетирование и прототипирование
- Проектирование
- Трехмерное компьютерное проектирование транспортных средств
- Механика материалов и конструкций

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры		
			2	3	
1	**Аудиторные занятия**	**72**	32	36	
	В том числе:				
1.1	Лекции				
1.2	Семинарские/практические занятия		36	36	
1.3	Лабораторные занятия				
2	**Самостоятельная работа**	**216**	108	108	
3	**Промежуточная аттестация**				
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен	Экзамен	
	Итого	**288**			

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Раздел 1 Введение в 3D печать	-	-	-	-	-	-
1.1	Типы 3D принтеров: FDM, SLA, SLS и их различия.	-	-	-	-	-	-
1.2	Материалы для 3D печати: Пластики, металлы, керамика и композиты.	8	-	4	-	-	4
1.3	Процесс создания 3D модели: Использование CAD программ	6	-	2	-	-	4
1.4	Clicing в 3D печати: Как подготовить модель к печати.	6	-	4	-	-	2
1.5	Цифровое производство: Влияние 3D	6	-	4	-	-	2

	печати на традиционные методы.						
1.6	Промышленные применения 3D печати: В каком виде используется в производстве.	-	-	-	-	-	-
1.7	3D печать в медицине: Протезирование, органные модели и другие применения.	6	-	2	-	-	4
1.8	Дизайн для 3D печати: Особенности проектирования под аддитивные технологии	8	-	2	-	-	6
1.9	Экологические аспекты 3D печати: Устойчивое производство и переработка	8	-	4	-	-	4
1.10	3D печать в строительстве: Инновационные методы и материалы	10	-	2	-	-	8
1.11	Технология многослойной печати (CLIP): Преимущества и недостатки.	6	-	4	-	-	2
1.12	Метод лазерной синтеризации: Применения и инновации.	10	-	4	-	-	6
	Раздел 2 3D печать в искусстве и дизайне	-	-	-	-	-	-
2.1.	Кейс-стадии известных художников	-	-	2	-	-	-
3	**Раздел 3. Проблемы и барьеры в 3D печати: Патенты, безопасность и этика.**	4	-	2	-	-	2
3.1	3D печать и литейное производство: Как соединяются эти технологии	6	-	2	-	-	4
3.2	Создание биопринтов: Перспективы 3D печати в биоинженерии.	6	-	2	-	-	4
3.3	3D печать в аэрокосмической отрасли: Композитные материалы и детали	6	-	2	-	-	4
3.4	Сравнение технологий 3D печати: Выбор подходящей для вашего проекта	6	-	2	-	-	4
4	**Раздел 4.Будущее 3D печати**	6	-		-	-	4
4.1	Тренды и прогнозы на ближайшие годы.	6	-	2	-	-	4
4.2	Примеры успешных стартапов в 3D печати.	6	-	2	-	-	4
4.3	Сообщество и обмен знаниями в 3D печати: Онлайн-платформы и сообщества	6	-	2	-	-	4
4.4	Ошибки и тонкости при 3D печати: Частые проблемы и их решения	6	-	2	-	-	4
4.5	Защита интеллектуальной собственности в 3D печати, стоковые платформы и их использование.	6	-	2	-	-	4
Итого		**288**	**-**	**72**	**-**	**-**	**216**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1 Семестр 1 Введение в 3D печать

Типы 3D принтеров: FDM, SLA, SLS и их различия.

Материалы для 3D печати: Пластики, металлы, керамика и композиты.

Процесс создания 3D модели: Использование CAD программ

Clicing в 3D печати: Как подготовить модель к печати.

Цифровое производство: Влияние 3D печати на традиционные методы.

Промышленные применения 3D печати: В каком виде используется в производстве.

3D печать в медицине: Протезирование, органные модели и другие применения.

Дизайн для 3D печати: Особенности проектирования под аддитивные технологии.

Экологические аспекты 3D печати: Устойчивое производство и переработка.

3D печать в строительстве: Инновационные методы и материалы.

Технология многослойной печати (CLIP): Преимущества и недостатки.

Метод лазерной синтеризации: Применения и инновации.

Раздел 2 Семестр 1 3D печать в искусстве и дизайне

Кейс-стадии известных художников

Проблемы и барьеры в 3D печати: Патенты, безопасность и этика.

3D печать и литейное производство: Как соединяются эти технологии.

Создание биопринтов: Перспективы 3D печати в биоинженерии.

3D печать в аэрокосмической отрасли: Композитные материалы и детали.

Сравнение технологий 3D печати: Выбор подходящей для вашего проекта.

Раздел 3 Семестр 2 Будущее 3D печати

Тренды и прогнозы на ближайшие годы.

Примеры успешных стартапов в 3D печати.

Сообщество и обмен знаниями в 3D печати: Онлайн-платформы и сообщества.

Ошибки и тонкости при 3D печати: Частые проблемы и их решения.

Защита интеллектуальной собственности в 3D печати, стоковые платформы и их использование

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Лабораторные занятия

Не предусмотрено академическим учебным планом

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено академическим учебным планом"

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Организация данной дисциплины направлена на обеспечение непрерывности и последовательности овладения студентами навыками, умениями и компетенциями профессиональной деятельности в соответствии с требованиями к уровню подготовки магистратуры. И предполагает следующее учебно-методическое обеспечение. Осуществляется свободный доступ студентов к библиотечным фондам и базам данных университета, отдельных кафедр, по содержанию соответствующих программе дисциплины. Студенты обеспечиваются необходимым комплектом методических и списком рекомендуемой литературы, необходимой для успешного освоения необходимых компетенций.

4.2 Основная литература

1. «Дизайн. Точка над й», А. Мещанинов
http://xn--90ax2c.xn--p1ai/catalog/000199_000009_004088989/

2. Ожиданий потребителей и анализ ситуации на рынке
http://www.knigafund.ru/books/193883

3. И.С. Степанов, А.Н.Евграфов, А.Л.Карунин, В.В.Ломакин, В.М.Шарипов «Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов» АКАДЕМА 2005г.
http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

4. Майкл Двайер. Дизайн интерьера. Краткий учебник - справочник. Международная школа дизайна, 2018.

5. Ачкасова Л.Ф. Интерьер и дизайн вашего дома. Белгород, 2018.

6. Стефан Кэлоуэй . Элементы стиля. Энциклопедия архитектурных деталей. Москва, 2019.

7. Демидченко Ю. Интерьер в России: Традиции. Мода. Стиль.

4.3 Дополнительная литература

1. Средства автотранспортные специализированные.
http://xn--90ax2c.xn--p1ai/catalog/000199_000009_0087

2. «Дизайн как он есть», Глазычев В.Л.
http://xn--90ax2c.xn--p1ai/catalog/000199_000009_002966692/

3. Манухина С.Ю. «Инженерная психология и эргономика»
http://www.knigafund.ru/books/185356/read#page1

4. Иттен Й. «Искусство формы». - М. изд. Д.Аронов, 2019.-136с.

5. Кларк П. Дизайн. Серия «Открытие». Пер. с англ.- М.: АСТ - Астрель, 2019-144с., илл.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru

3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Adobe Photoshop edition

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

2. СДО Московского Политеха

Материально-техническое обеспечение

Для полноценного прохождения и освоения данной дисциплины в распоряжение студентов предоставляется необходимое для выполнения группового или индивидуального задания по лабораторным занятиям оборудование и материалы.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Лекционная аудитория и для практических работ установочной конференции по практике, защиты отчета по практике Н310	оснащенные презентационной техникой (интерактивная доска, 15 компьютеров). Электронный курс лекций. Наглядные пособия на презентационных планшетах (переносные).	- Microsoft Windows 10 -Microsoft Office Professional Plus - Corel Draw Graphics Suite - Autodesk alias learning edition - Unreal engine 5 - Corel Draw Graphics Suite - Adobe Illustrator - Adobe Photoshop - Autodesk 3D Studio Max - Corona Renderer
Компьютерный класс для лабораторных и практических занятий Аудитории Н310	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.	- Microsoft Windows 10 -Microsoft Office Professional Plus - Corel Draw Graphics Suite - Autodesk alias learning edition - Unreal engine 5 - Corel Draw Graphics Suite - Adobe Illustrator - Adobe Photoshop - Autodesk 3D Studio Max - Corona Renderer

5. Методические рекомендации

5.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лабораторные занятия. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лабораторные занятия. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой. Темы задач, предлагаемых студентам для решения на практических занятиях, должны быть максимально приближены к темам последних лабораторных занятий по данной дисциплине. В связи с указанным, целесообразен тесный контакт лектора с преподавателями, ведущими практические занятия.

Изучение дисциплины завершается в втором и третьем семестре экзаменами. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет и экзамен, лично несёт ответственность за правильность выставления оценки.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Рекомендации по организации самостоятельной работы

Планирование времени:

1. Составьте индивидуальный график изучения тем
2. Выделяйте не менее 4-6 часов в неделю на самостоятельную работу
3. Используйте технику "помодоро" (25 минут работы / 5 минут отдыха)
4. Работа с теоретическим материалом:
5. Изучайте конспекты лекций перед практическими занятиями
6. Составляйте ментальные карты по ключевым технологиям 3D-печати
7. Ведите глоссарий специальных терминов
8. Подготовка к лабораторным работам:
9. Заранее ознакомьтесь с методическими указаниями
10. Продумайте план выполнения работы
11. Подготовьте контрольные вопросы по теме занятия

2. Методика работы с программным обеспечением

1. CAD-моделирование:
2. Начинайте с простых геометрических форм
3. Освойте базовые операции: выдавливание, вырезание, скругление
4. Постепенно переходите к сложным сборкам
5. Работа со слайсерами:
6. Экспериментируйте с настройками (толщина слоя, заполнение, скорости)
7. Сохраняйте профили для разных материалов
8. Анализируйте сгенерированный G-код

3. Практические рекомендации по 3D-печати

3.1 Перед началом печати:

3.2 Проверьте калибровку стола

3.3 Убедитесь в качестве материала (отсутствие влаги в филаменте)

3.4 Проверьте модель на ошибки в слайсере

4. Во время печати:

4.1 Контролируйте первые слои

4.2 Следите за температурными режимами

4.3 Имейте запасной филамент

5. После печати:

5.1 Проведите визуальный контроль качества

5.2 Измерьте фактические размеры детали

5.3 Зафиксируйте параметры печати в журнале выбрать главное усвоить и применить на практике.

6. Фонд оценочных средств

6.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для проверки достижения целей дисциплины и освоения компетенций применяются следующие формы контроля:

- **Практические задания:**
  - разработка и печать простых деталей с оценкой качества (точность, прочность, соответствие ТЗ);
  - анализ и устранение дефектов печати (например, warping, stringing);
  - настройка параметров печати для разных материалов (FDM, SLA);
  - сравнение характеристик изделий, напечатанных разными методами;
  - теоретические (выбор технологии под задачу, свойства материалов);
  - расчетные (время печати, себестоимость детали);
  - проектирование и печать функциональной детали (например, шестерни, корпуса);
  - обоснование выбора технологии и материалов;
  - анализ реальных производственных задач.

6.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей.

6.3 Оценочные средства

6.3.1. Промежуточная аттестация

Примерные темы для экзамена:

1 Дайте определение аддитивным технологиям. Чем они принципиально отличаются от субтрактивных методов?
2 Перечислите основные технологии 3D-печати и их области применения.
3 Опишите принцип работы FDM-печати. Какие факторы влияют на качество изделия?
4 В чем особенности SLA-печати? Какие материалы используются?
5 Сравните технологии SLS и SLM: сходства, различия, материалы.
6 Какие параметры 3D-модели критичны для успешной печати (например, толщина стенок, выступы)?
7 Что такое «поддержки» (supports) в 3D-печати? Когда они необходимы?
8 Объясните понятие «топологическая оптимизация». Приведите примеры её использования.
9 Какие дефекты возникают при 3D-печати (например, warping, stringing) и как их устранить?
10 Как влияет температура печати на свойства готового изделия в FDM-технологии?
11 Рассчитайте ориентировочное время печати детали объемом 50 см³ на FDM-принтере со скоростью 60 мм/с и слоем 0.2 мм.
12 Подберите материал для печати детали, работающей при высоких механических нагрузках (обоснуйте выбор).
13 Какие параметры постобработки требуются для детали, напечатанной из ABS-пластика?
14 Спроектируйте простую деталь с учетом необходимости минимизации материала (например, кронштейн).
15 Почему при печати металлами часто требуется поддержка конструкции? Как её правильно спроектировать?
16 Назовите популярные программы для подготовки 3D-моделей к печати (слайсеры). Их ключевые функции.
17 Какие датчики и системы обеспечивают безопасность работы промышленных 3D-принтеров?

18

19 Как работает система подогрева стола в FDM-принтерах? Зачем она нужна?

20 Опишите процесс калибровки 3D-принтера перед началом печати.

21 Какие файловые форматы используются в 3D-печати? В чем разница между STL и 3MF?

22 Приведите примеры использования 3D-печати в медицине (импланты, биопечать).

23 Как аддитивные технологии применяются в аэрокосмической отрасли?

24 Каковы преимущества 3D-печати в мелкосерийном производстве по сравнению с литьем?

25 Опишите перспективы развития многоцветной и многоматериальной печати.

26 Какие экологические проблемы связаны с 3D-печатью? Пути их решения.

27 Каковы основные ограничения технологии FDM при печати ответственных деталей?

28 Чем отличается DLP-печать от SLA?

29 Какие композитные материалы используются в 3D-печати? Приведите примеры их применения.

30 Почему при печати PEEK-пластиком требуется камера с подогревом?

31 Каковы преимущества и недостатки печати металлическими порошками (SLM, EBM)?

32 Как правильно ориентировать деталь на платформе принтера для минимизации деформаций?

33 Что такое «сетка» (infill) в 3D-печати? Как её плотность влияет на свойства детали?

34 Какие программы используются для ремонта (ремэшинга) 3D-моделей перед печатью?

35 Как проектировать детали с учетом анизотропии механических свойств FDM-изделий?

36 Каковы особенности печати гибких материалов (TPU, TPE)?

37 Какие существуют методы калибровки экструдера FDM-принтера?

38 Как выбрать оптимальную толщину слоя для баланса скорости и качества печати?

39 Для чего нужна система подачи нити (филамента) с датчиком обрыва?

40 Какие существуют альтернативы стандартным соплам (nozzle) в FDM-печати?

41 Как работает система лазерного сканирования в SLS-принтерах?

42 Какие методы применяются для уменьшения шероховатости поверхности SLA-деталей?

43 Как проводится термообработка металлических деталей после SLM-печати?

44 Какие инструменты используются для механической постобработки пластиковых деталей?

45 Как проверить точность геометрии напечатанной детали?

46 Каковы методы устранения внутренних напряжений в FDM-изделиях?

47 Как работает технология непрерывной печати (CLIP)?

48 Каковы перспективы 3D-печати в строительстве (например, печать домов)?

49 Как применяется 3D-печать в создании персонализированных медицинских имплантов?

50 Какие существуют решения для переработки отходов 3D-печати?

51 Как искусственный интеллект используется для оптимизации параметров печати?