



# Оглавление

<b>Об авторе .....</b>	<b>8</b>
<b>О рецензентах .....</b>	<b>9</b>
<b>Предисловие от издательства .....</b>	<b>10</b>
<b>Предисловие.....</b>	<b>11</b>
Что включает в себя эта книга .....	12
Что потребуется для работы с этой книгой.....	13
Кому адресована эта книга.....	13
Соглашения.....	13
Отзывы читателей.....	14
Поддержка читателей.....	14
Загрузка цветных изображений из этой книги .....	14
Исправление замеченных опечаток.....	14
Нарушение авторских прав.....	15
Вопросы .....	15
<b>Концепции, которые должен знать каждый дизайнер 3D-печати.....</b>	<b>16</b>
Коротко о предпосылках 3D-печати .....	17
Процесс 3D-печати .....	17
Что лучше – собственный принтер или использование сервиса печати?...	19
Максимальное использование возможностей 3D-печати .....	21
Дизайн прототипов и готовых изделий .....	22
Избегайте подводных камней 3D-печати.....	22
Выбор программы 3D-моделирования.....	24
Резюме.....	24
<b>Настройки SketchUp для 3D-печати .....</b>	<b>26</b>
Загрузка и инсталляция SketchUp.....	26
Интерфейс SketchUp .....	27
Настройки шаблона для быстрого моделирования и устранения проблем .....	29
Использование компонента 3D Printer Build Volume (Объема построения 3D-принтера) .....	31
Единицы измерений модели .....	32
Сохранение шаблона по умолчанию.....	32
Использование разных стилей.....	33
Настройка панелей инструментов .....	33
Минимизация диалоговых окон .....	34
Установка и использование расширений .....	35
Установка дополнительных расширений.....	37
Быстрое упражнение .....	37

Импорт файлов .STL.....	39
Резюме.....	41
<b>Из 2D-рисунка в 3D-модель.....</b>	<b>42</b>
Начинаем с 2D-эскиза .....	42
Дизайн с учетом удобства печати.....	42
Моделирование в SketchUp по эскизу.....	43
Сохранение пошаговой истории разработки модели .....	46
Экспорт и печать модели .....	48
Импорт векторной графики.....	48
Изменение масштаба отдельной части .....	49
Подсказка-бонус: правило выноса объемов под углом 45° для нитевых принтеров .....	50
Индивидуальная доработка дизайна .....	51
Резюме.....	52
<b>Понимание разрешения модели.....</b>	<b>53</b>
Толщина стенок.....	54
Моделирование вазы .....	55
Построение профиля.....	56
Избегаем исчезновения поверхностей масштабированием модели .....	57
Создание толщин стенок.....	58
Понимание отсутствия «настоящих» кривых .....	60
Магия работы инструмента Follow Me (Следуй за мной).....	61
Объединение solid-объектов инструментом Outer Shell (Внешняя оболочка).....	63
Резюме.....	68
<b>Использование готовых моделей.....</b>	<b>69</b>
Использование компонентов SketchUp для экономии времени.....	70
Сохранение модели в качестве компонента.....	70
Онлайн-хранилища 3D-моделей.....	72
Тематический пример – модификация ключа для GoPro .....	73
Резюме.....	78
<b>Дизайн подставки под телефон .....</b>	<b>79</b>
Переход в третье измерение.....	80
Детализация модели, чтобы сделать её более интересной .....	81
Использование инструмента 3D Text .....	82
Отзеркаливание симметричных моделей.....	83
Объединение групп инструментом Outer Shell.....	83
Вырезание проема под шнур .....	84
Правильная ориентация поверхностей.....	87
Экспорт модели для печати.....	88
Тестирование напечатанной модели .....	88
Разработка улучшенного дизайна .....	89
Копирование и масштабирование групп для создания сложных форм.....	90
Завершение и печать новой модели .....	91

Тестирование второй итерации .....	91
Резюме.....	92
<b>Импорт рельефа и печать в цвете .....</b>	<b>93</b>
Работа с рельефами Google Earth.....	93
Печать моделей в цвете .....	97
Текстуры в сравнении с простыми цветами .....	98
Работа с простыми цветами в SketchUp.....	99
Работа с текстурами в SketchUp .....	100
Экспорт модели для цветной печати.....	100
Резюме.....	101
<b>Моделирование архитектуры для 3D-печати .....</b>	<b>102</b>
Использование SketchUp для 3D-печати в сравнении с рендерингом.....	103
Тематическое исследование – 3D-печать модели, созданной для рендеринга.....	103
Проверка исходной модели .....	104
Планирование модели.....	106
Использование групп и слоев для организации модели.....	107
Построение стен стандартных толщин .....	108
Редактирование стеновых панелей для добавления деталей.....	112
Ориентация частей для печати .....	117
Печать модели и бонусный комментарий.....	119
Подготовка модели для полноцветной печати .....	122
Ориентация частей для печати .....	125
Печать на i.materialise.....	125
Печать на Shapeways.....	126
Полноцветная распечатка кабины.....	126
Резюме.....	128
<b>Ресурсы для успешной 3D-печати .....</b>	<b>129</b>
Поиск и устранение ошибок .....	129
Расширения SketchUp .....	131
Где найти расширения .....	131
Расширения, упомянутые в книге .....	132
Больше полезных расширений .....	133
Обучение SketchUp .....	133
Сопутствующие программы для 3D-печати .....	133
Хранилища 3D-моделей.....	134
Услуги 3D-печати.....	134
Сервисы печати с торговой площадкой.....	134
Услуги краудсорсинговых сервисов печати.....	135
Свяжитесь со мной.....	135

# Об авторе

**Маркус Ритланд** (Marcus Ritland) работает дизайнером и консультантом по 3D-печати в своем малом бизнесе «Denali 3D Design». С 2008 года использует SketchUp для архитектурной визуализации, а также обучает других работе в этой программе настолько успешно, что был выбран как «Top SketchUcator» на форуме SketchUcation. После освоения 3D-печати он включил ее в свой бизнес, продавая продукты 3D-печати в интернете и помогая другим владельцам малого бизнеса использовать эту технологию.

Он также проводит классы обучения SketchUp и конференции по 3D-печати. В настоящее время занимается совершенствованием знаний по вопросам дизайна для 3D-печати. Когда он не преобразует виртуальную модель в реальную форму, то его можно найти занимающимся фотографией и наслаждающимся природой.

# О рецензентах

**Брэдли Рубин** (Bradley Rubin) начал использовать 3D-печать, получив степень бакалавра архитектуры степени в Сиракузском университете. Он работал как в цифровом, так и в реальном кинопроизводстве над такими фильмами, как *This is 40*, *The Internship*, *The Muppets*, *Real Steel*, *The Hunger Games*. В том числе он работал над несколькими фильмами в качестве консультанта по графическому дизайну и как иллюстратор и 3D-моделлер. Брэд провел три года в Бостоне, работая архитектором, а также добровольно занимаясь там вопросами архитектуры для детей и жителей города.

**Крис Томпсон** (Chris Thompson) начал свою карьеру в 3D-печати в Hive76 hackerpsace, где напечатал свой первый объект, смоделированный в SketchUp и напечатанный на Cupcake CNC. Он усовершенствовал свои навыки, создав RepRap и проводя семинары по 3D-печати для новых пользователей. До этого он работал техническим руководителем студии NextFab в Филадельфии и экспертом в области цифрового производства. Он также успешно работает с [meatcards.com](http://meatcards.com). Его предыдущие должности дали ему опыт работы с лазерным гравировальным оборудованием, прекрасные навыки ручной работы и владение инструментами цифрового дизайна.

---

*Я хотел бы поблагодарить Валерию (Valeria), без которой ничего бы не состоялось.*

---

**Самсон Тью** (Samson Tiew) является соучредителем The make lab – онлайн-сервиса цифрового производства, обслуживающего австралийский рынок. Придя из архитектуры, он определил нишу на рынке, направленную на то, чтобы сделать цифровое производство более доступным для отдельных пользователей. В дизайне и производстве он очень заинтересован экспериментальными и практическими идеями в этих областях.

The make lab – это платформа для дизайнеров и энтузиастов для изготовления и производства индивидуальных продуктов. Несмотря на то что сервис специализируется на лазерной резке, персонал лаборатории поддерживает и другие цифровые технологии, такие как оборудование с ЧПУ и 3D-печать.

# Предисловие от издательства

## Отзывы и пожелания

Мы всегда рады отзывам наших читателей. Расскажите нам, что вы думаете об этой книге – что понравилось или, может быть, не понравилось. Отзывы важны для нас, чтобы выпускать книги, которые будут для вас максимально полезны.

Вы можете написать отзыв прямо на нашем сайте [www.dmkpress.com](http://www.dmkpress.com), зайдя на страницу книги, и оставить комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com), при этом напишите название книги в теме письма.

Если есть тема, в которой вы квалифицированы, и вы заинтересованы в написании новой книги, заполните форму на нашем сайте по адресу [http://dmkpress.com/authors/publish\\_book/](http://dmkpress.com/authors/publish_book/) или напишите в издательство по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com).

## Список опечаток

Хотя мы приняли все возможные меры для того, чтобы удостовериться в качестве наших текстов, ошибки все равно случаются. Если вы найдете ошибку в одной из наших книг – возможно, ошибку в тексте или в коде, – мы будем очень благодарны, если вы сообщите нам о ней. Сделав это, вы избавите других читателей от расстройств и поможете нам улучшить последующие версии этой книги.

Если вы найдете какие-либо ошибки в коде, пожалуйста, сообщите о них главному редактору по адресу [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com), и мы исправим это в следующих тиражах.

## Нарушение авторских прав

Пиратство в интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательства «ДМК Пресс» и Packt очень серьезно относятся к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы столкнетесь в интернете с незаконно выполненной копией любой нашей книги, пожалуйста, сообщите нам адрес копии или веб-сайта, чтобы мы могли применить санкции.

Пожалуйста, свяжитесь с нами по адресу электронной почты [dmkpress@gmail.com](mailto:dmkpress@gmail.com) со ссылкой на подозрительные материалы.

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов, помогающую предоставлять вам качественные материалы.

# Предисловие

Мое путешествие в увлекательный мир 3D-печати началось в 2010 году, когда я принял участие в конкурсе дизайна для 3D-печати. Хотя я не стал победителем конкурса, зато обнаружил целый мир доступного каждому производства, где можно создавать практически любой дизайн с использованием технологии, которая когда-то была доступна только крупным производителям.

Новая идея о том, что 3D-принтеры могут создавать не только прототипы, но и конечные продукты, породила несколько предприятий, работающих по разовым заказам, что стимулировало спрос на трехмерную печатную продукцию и резко снизило цены на нее. Другим важным фактором в распространении 3D-печати явилось истечение сроков действия некоторых патентов, что способствовало новым разработкам дешевых 3D-принтеров.

Со временем я обнаружил, что навыки трехмерного моделирования для многих сложны в освоении, но достигнутое мастерство хорошо вознаграждается. Я также нашел, что почти невозможно получить техническую помощь в создании печатных моделей в SketchUp, так что сам занялся решением данной проблемы. По мере освоения этих задач я помогал в онлайн-сообществах другим пользователям, которые используют SketchUp для разработки своих моделей для печати, а в результате и мои навыки улучшились.

На этом раннем этапе развития массовой 3D-печати я вижу явную потребность в качественном обучении тому, как полностью применять потенциал принтеров. При этом наличие навыков 3D-моделирования нетипично среди начинающих пользователей 3D-принтеров, что часто создает им трудности с возможностями, доступными через печатные онлайн-сервисы.

Я искренне надеюсь, что это руководство избавит вас от многих трудностей, которые я испытал по ходу освоения дизайна моделей для печати. Трехмерный печатный плафон светильника на обложке этой книги был моим первым авторским дизайном специально для 3D-печати. Напечатанный по лазерной технологии запеченного нейлона, плафон создает уникальный световой узор. Он был полностью разработан в SketchUp, и его сложная геометрия – отличный пример того, что доступно в 3D-печати.



## Что включает в себя эта книга

*Глава 1 «Концепции, которые должен знать каждый 3D-дизайнер»* является введением в различные процессы 3D-печати, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы. Вы узнаете, где найти спецификации материалов для печати и выбрать нужный по своим потребностям.

*Глава 2 «Настройки SketchUp для 3D-печати»* рассказывает, как установить SketchUp и настроить **Template** (Шаблон), который позволяет эффективно моделировать для 3D-печати. И когда **Extensions** (Расширения) применены, вы создаете свой первый файл для 3D-печати.

*Глава 3 «Из 2D-чертежа в 3D-модель»* показывает, как импортировать изображение для начала моделирования и как точно отмасштабировать модель. Вы также узнаете об импорте векторных иллюстраций для начала работы над 3D-моделью.

*Глава 4 «Понимание Model Resolution (Разрешения модели)»* рассматривает сегментацию кривых в SketchUp и то, как сделать их в модели плавными. Вы узнаете о толщине стенки и способе сведения к минимуму расхода материала для печати. Наконец, вы узнаете, как использовать инструмент **Outer Shell** (Оболочка) для объединения отдельных простых деталей в единую модель.

*Глава 5 «Использование готовых моделей»* представляет онлайн-хранилища 3D-моделей и объясняет, как максимально продуктивно использовать их для экономии времени. Вы узнаете также, как адаптировать существующие модели к своим потребностям.

*Глава 6 «Дизайн подставки под телефон»* представляет некоторые современные методы моделирования и объясняет, как сэкономить время построением только одной половины модели. Вы увидите, как работает методика постепенного уточнения до окончательного дизайна.

*Глава 7 «Импорт рельефа и печать в цвете»* показывает, как импортировать 3D-ландшафт из **Google Earth** (Google Планета Земля) и сделать такую модель **Solid** (Сплошной) для печати. Вы узнаете об однородных цветах и текстурах в SketchUp и о том, как это влияет на пакетирование модели для принтера.

*Глава 8 «Моделирование архитектуры для 3D-печати»* показывает, как использовать существующие архитектурные модели в качестве шаблонов для создания модели, пригодной для 3D-печати. Вы

также узнаете, как разбивать модель на части для минимизации структур поддержки на настольном FFF-принтере.

*Приложение «Ресурсы для успешной 3D-печати»* содержит помощь по устранению ошибок и ссылки на другие ресурсы, которые помогут в создании 3D-моделей.

## Что потребуется для работы с этой книгой

Нужно иметь установленный редактор SketchUp Pro или SketchUp Make и выполнять условия лицензионного соглашения при использовании в коммерческих целях.

Вам также необходимы, по крайней мере, базовые знания инструментов SketchUp. Если вы новичок в SketchUp, рекомендую книгу *SketchUp for Dummies, Aidan Chopra, John Wiley & Sons* или серию видеоуроков на [www.go-2-school.com](http://www.go-2-school.com).

## Кому адресована эта книга

Она адресована пользователям SketchUp, которым требуется физически реальное сохранение своих моделей. Это может понадобиться любителям в качестве хобби, разработчикам для тестирования прототипов изделий и всем, желающим изучить процессы 3D-печати.

## Соглашения

В этой книге вы найдете несколько разных стилей текста, обозначающих различные виды информации. Вот несколько примеров.

Тексты кодов, имена таблиц баз данных, имена папок, имена файлов, расширения файлов, имена путей в файловой системе, URL-адреса, пользовательский ввод и Twitter-дескрипторы показаны следующим образом: «3D-модель экспортируется в формат, который может читать программа нарезки, обычно Stereolithography .STL».

**Новые термины и важные слова** выделяются полужирным шрифтом. Например, это слова, которые вы видите в меню или в диалоговых окнах, и они выделяются в тексте следующим образом: «Вы можете также легко сгладить импортированные модели, выбирая их группы и перемещая слайдер в диалоговом окне **Soften Edges** (Сглаживание ребер)».



Предупреждения или важные замечания показаны так.



Советы и трюки показаны так.

## Отзывы читателей

Мы всегда приветствуем обратную связь от наших читателей. Дайте нам знать, что думаете об этой книге – что в ней понравилось, а что, возможно, нет. Обратная связь с нашими читателями важна для выпуска новых изданий, интересных вам.

Чтобы отправить нам отзыв, просто напишите на адрес [feedback@packtpub.com](mailto:feedback@packtpub.com) и укажите название книги в теме вашего сообщения.

Если есть тема, в которой вы являетесь экспертом, и вы заинтересованы в написании книги по этой теме, см. наше руководство для авторов на [www.packtpub.com/authors](http://www.packtpub.com/authors).

## Поддержка читателей

Теперь, когда вы приобрели книгу от **Packt**, у нас есть многое, чтобы помочь вам получить максимальную отдачу от вашей покупки.

## Загрузка цветных изображений из этой книги

Мы предоставляем вам PDF-файл с цветными изображениями, используемыми в этой книге, которые помогут вам лучше понять ее содержание. Вы можете скачать такой файл по адресу [https://www.packtpub.com/sites/default/files/downloads/4573OS\\_Images.pdf](https://www.packtpub.com/sites/default/files/downloads/4573OS_Images.pdf).

## Исправление замеченных опечаток

Хотя мы постоянно стараемся обеспечить точность предоставляемого контента, ошибки и опечатки все-таки случаются. Если найдете такое в одной из наших книг, возможно в тексте или в

программном коде, мы будем благодарны, если сообщите нам об этом. Поступая таким образом, вы сможете избавить от огорчений других читателей и поможете нам улучшить последующие издания этой книги.

Если найдете какие-либо опечатки, сообщите об этом по адресу <http://www.packtpub.com/submit-errata>, выбрав эту книгу, кликнув ссылку на форму отправки данных и введя описание опечатки. Как только выявленные вами опечатки будут проверены и приняты, информация по ним будет предоставлена на нашем веб-сайте или добавлена в список опечаток в раздел **Errata** (Исправления) этого издания. Любые уже замеченные опечатки можно просмотреть, выбрав название книги по адресу <http://www.packtpub.com/support>.

## Нарушение авторских прав

Пиратское использование материалов авторского права в интернете является постоянной проблемой для всех медиа. В Packt мы очень серьезно относимся к защите авторских прав и лицензий. Если найдете незаконные копии наших изданий в любой форме в интернете, пожалуйста, немедленно сообщите нам адрес или название такого веб-сайта, чтобы мы могли принять соответствующие меры. Пожалуйста, свяжитесь с нами по адресу [copyright@packtpub.com](mailto:copyright@packtpub.com) со ссылкой на подозреваемый в пиратстве материал. Мы ценим вашу помощь в защите прав наших авторов.

## Вопросы

Вы можете связаться с нами по адресу [questions@packtpub.com](mailto:questions@packtpub.com), если у вас возникла проблема с любым аспектом этой книги, и мы сделаем все возможное, чтобы решить ее.

# Глава 1

---

## Концепции, которые должен знать каждый дизайнер 3D-печати

3D-принтер является излюбленным инструментом дизайнеров, которые часто размещают его рядом со своим рабочим местом. Это обеспечивает быструю обратную связь и ускорение циклов дизайна изделий в крупных компаниях. Но такие компании не единственные, кто использует все более популярные технологии 3D-печати, их все чаще применяют отдельные пользователи для индивидуальной работы и развлечения.

Почему возникает тяга к 3D-печати? Скорость и автоматизация производства, массовая доступность и усложнение дизайна – вот некоторые из причин этого.

Самая сложная часть процесса 3D-печати – создание 3D-модели, пригодной для этой технологии. 3D-принтеры автоматизируют процесс реализации объекта в материале только после завершения разработки 3D-модели. Легко купить принтер, но гораздо труднее сделать или найти качественные модели, пригодные для печати.

Почему вы должны научиться тонкостям дизайна для 3D-печати? Хорошие дизайнеры стоят 50 и более долларов в час, а работа со сложными проектами может занимать десятки или даже сотни часов, поэтому умение моделировать может сэкономить вам много денег, если сами разрабатываете модели для печати. Альтернативой применения навыков 3D-моделирования может быть работа по заказам на разработку дизайна моделей для других.

В работе над дизайном для 3D-печати важно понимать, как на самом деле ваши проекты будут работать в принтере. Хотя 3D-принтеры могут выдавать очень сложные модели, но эти мо-

дели должны соответствовать определенным критериям пригодности для печати. В этой главе мы узнаем, что такое 3D-печать, как она работает, кто использует эти технологии, когда имеет смысл использовать 3D-печать и почему SketchUp является хорошим инструментом дизайна для таких задач.

## Коротко о предпосылках 3D-печати

Что такое 3D-печать? Это общий термин для обозначения производственного процесса, где отдельные части изготавливаются послойным добавлением материала для формирования окончательной формы изделия. Данный процесс был разработан в 1980-х годах и широко известен в коммерческом производстве как быстрое прототипирование. Прототипирование – это процесс создания изделия путем последовательной разработки итераций – вариантов доработки дизайна.

Коммерческие 3D-принтеры имеют очень высокую стоимость – от 20 000 долларов США до более чем одного миллиона долларов. Однако в связи с недавним истечением сроков действия некоторых патентов на 3D-печать для любителей были разработаны небольшие 3D-принтеры с открытым программным обеспечением. Эти машины, называемые настольными 3D-принтерами, доступны по стоимости, что позволяет многим индивидуальным пользователям приобретать и применять их, что, в свою очередь, привело к резкому увеличению продаж принтеров и росту интереса к 3D-печати в целом.

### Процесс 3D-печати

В общем виде процесс 3D-печати выглядит следующим образом.

1. Создается 3D-модель с помощью компьютерной программы, такой как SketchUp.
2. 3D-модель экспортируется в формат, который может читать программа управления принтером, – обычно это Stereolithography (.STL).
3. Файл STL загружается в программу управления принтером, которая создает коды инструкций принтеру, чтобы он знал, как строить модель.
4. Принтер строит модель слой за слоем.

5. Для завершения модели может потребоваться определенная постобработка.

3D-печать можно в некотором роде сравнить с 2D-печатью. В обоих этих случаях печатающая головка перемещается вперед и назад по основе, размещая материал. Разница в том, что в 3D-печати материал имеет физическую толщину и наращивается слой за слоем. Другое сходство – **print resolution** (разрешение печати). В 2D-печати этот параметр описывается в **DPI** (точках на дюйм), тогда как при 3D-печати он обычно измеряется в миллиметрах или микронах. Часто 3D-принтеры имеют возможность настройки для печати в разных (выше или ниже) разрешениях.

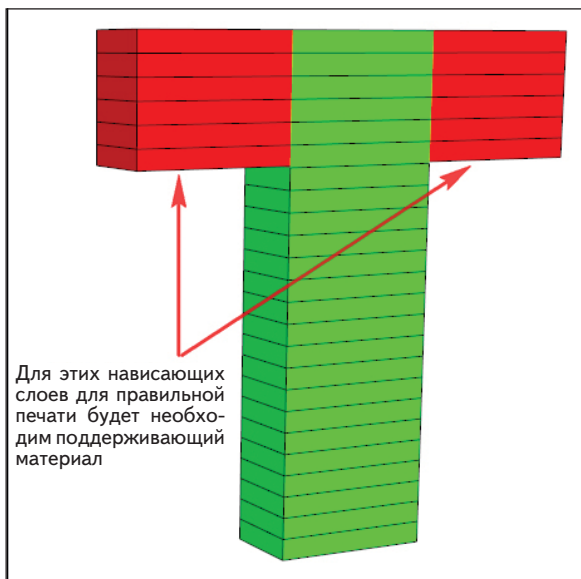
В 3D-печати используется целый ряд технологий, включая **fused filament fabrication – FFF** (экструзию пластмассовых нитей), **hardening liquid resin polymers** (упрочняющиеся жидкие полимеры), **powder-based systems** (порошковые системы) и **lost wax casting from 3D printed wax models** (удаление воскового литья из восковых печатных моделей). Хотя применяется и ряд других технологий, эти являются наиболее распространенными на сегодня.

Просмотр видео с показом различных процессов 3D-печати – один из лучших способов понять, чем уникален каждый из этих процессов. Ознакомьтесь с некоторыми из самых популярных на <http://www.denali3ddesign.com/video-guide-to-3d-printing-technologies/>.

## ***Материалы поддержки печати***

Важной особенностью 3D-печати является наличие поддерживающего материала, который позволяет печатать нависающие над пустотой части объектов. Коммерческие принтеры имеют встроенную систему таких материалов. Это может быть неотверждаемым порошком или специальным растворимым материалом, печатаемым одновременно с основной деталью в случае FFF и других машин такого типа. Настольные принтеры обычно ограничиваются поддержкой из того же материала, что и основная часть печати, или применяются обходные пути, которые устраняют потребность в таком материале.

На рисунке ниже вы можете четко увидеть потребность в материалах поддержки для нависающих частей объекта, где в противном случае материал слоев повисает над пустым пространством.



На этапе дизайна вы должны подумать о том, где потребуется материал поддержки, и о том, как его затем удалить. Например, печать полый коробки на порошковом принтере будет означать необходимость отверстия для выхода неотвердевшего порошка внутренней поддержки, однако с FFF-принтерами такие выходные отверстия не нужны. Часто даже небольшое уточнение дизайна позволяет получить намного лучший результат печати.

## Что лучше – собственный принтер или использование сервиса печати?

Хотя это на самом деле зависит от конкретной ситуации, я выступаю за использование сервиса печати для большинства пользователей, особенно для новичков, по следующим причинам:

- качество – самая главная причина. Печатные сервисы обычно используют коммерческие принтеры с качеством обработки намного лучшим, чем может обеспечить обычный настольный принтер. Эти сервисы также предлагают такую постобработку, как шлифовка деталей на оборудовании коммерческого класса;



- владение личным принтером означает авансовые инвестиции в оборудование и дополнительные принадлежности. Подобно компьютерам, эта технология быстро развивается, поэтому через несколько лет ваш принтер может оказаться устаревшим, и вы захотите приобрести новый. С помощью печатных сервисов деньги в оборудование вкладывает кто-то другой, так что вам нужно заплатить только за печать вашей детали;
- сервисы печати предлагают целый ряд материалов и вариантов отделки для каждого материала, от металла до пластмассы и керамики. Каждый из этих материалов имеет свой собственный комплект оборудования и вспомогательных средств, а иметь их все под рукой для индивидуального пользователя слишком дорого;
- любительские принтеры довольно сложны для освоения, по сравнению с использованием коммерческих принтеров. Настольные принтеры, особенно те, которые построены из неких комплектов, трудно поддерживать в рабочем состоянии. И чтобы получить хорошие отпечатки, принтеры должны быть правильно откалиброваны, а это трудоемкий процесс.

С другой стороны, есть и очень привлекательные причины для работы на настольном принтере:

- хотя и не всегда, но компоновка принтера из наборов деталей имеет высокую образовательную ценность в плане изучения того, как работают электромеханические системы и как поддерживать свой принтер в рабочем состоянии;
- существует два основных преимущества владения собственным принтером: самое главное – время получения готовой распечатки. Если вы разрабатываете некий продукт, то время исполнения заказа будет самым коротким, если у вас под рукой есть свой принтер. Вы можете поработать над дизайном несколько часов и сразу получить его распечатку, а не ждать несколько дней или недель, чтобы получить ее по почте;
- если у вас достаточно большой и постоянный объем печати, стоимость каждой детали также будет на 95 % дешевле на вашем настольном принтере. Коммерческие машины доро-

ги в эксплуатации, так что когда вы покупаете услуги сервиса печати, то оплачиваете и часть стоимости принтера, и труд тех, кто работал над вашим заказом.

Возможно, лучший вариант (если ваш бюджет позволяет) – выполнять прототипирование деталей на своем настольном принтере, а затем использовать сервис печати для получения высококачественной окончательной детали. Таким образом вы получаете лучшее из каждого варианта.

## Максимальное использование возможностей 3D-печати

В каких ситуациях имеет смысл использовать технологию 3D-печати? Вот несколько конкретных примеров того, как она может быть успешно использована:

- разработчики используют 3D-принтеры, чтобы быстро создавать прототипы для тестирования изделия. При этом можно распечатать свою идею, реально протестировать ее буквально через несколько часов, так что цикл разработки ускоряется и это помогает быстрее выводить продукт на рынок;
- разработчики могут также продавать 3D-распечатки в качестве готовой продукции до начала массового производства. Так, Glif – пример отличной разработки дизайнерской командой крепления iPhone на штатив, первая партия которого была изготовлена 3D-печатью (<http://www.therussiansusedapencil.com/post/2794775825/idea-to-market-in-5-months-making-the-glif>);
- дизайнеры могут использовать сервис 3D-печати для создания и продажи своих проектов в интернете. Это хорошо работает, потому что можно сосредоточиться именно на разработке все новых проектов, а кто-то еще позаботится о производстве и распространении готовой продукции. Bathsheba Grossman – отличный пример художника, использующего сервис печати для производства и продажи своих произведений дизайна в интернете (<http://www.bathsheba.com/>);

- запасные части, которые трудно найти, могут быть выполнены с помощью 3D-печати. Например, это оборудование старых зданий, антикварные архитектурные детали. В этом тематическом обзоре (<http://www.denali3ddesign.com/landlord-3d-printingreplacement-window-parts/>) рассказывается, как арендодатель сэкономил сотни долларов, распечатав детали конструкции окна, которые больше не производятся.

## Дизайн прототипов и готовых изделий

При моделировании для 3D-печати есть два подхода к дизайну – создание прототипа перед традиционным производством или разработка и получение конечного, готового к использованию изделия непосредственно из 3D-принтера.

Если вы работаете над дизайном прототипа перед таким видом традиционного производства, как литье, то захотите разрабатывать его согласно методам литья и найти такую технологию 3D-печати, которая соответствует специфике вашей модели. Не меняйте дизайн, чтобы приспособить его под определенный процесс 3D-печати, а наоборот – ищите такой процесс 3D-печати, который будет лучше соответствовать вашим потребностям в прототипировании.

Если вы проектируете специально для 3D-печати, то должны понимать и учитывать конкретные требования к выбранному материалу. Например, при печати по технологии селективного лазерного спекания (SLS) на модели не будут воспроизводиться детали размером менее 0,2 мм, а для 3D-печати керамики детали должны быть больше 2 мм. Это важно знать, потому что если печатаете одну и ту же модель в разных материалах, то может потребоваться перенастраивать дизайн для каждого материала.

При использовании сервиса 3D-печати ознакомьтесь с инструкциями на его веб-сайте, в которых описывается, как проектировать для каждого материала. Кроме того, если вы используете принтер самостоятельно, найдите аналогичные рекомендации производителя этой модели.

## Избегайте подводных камней 3D-печати

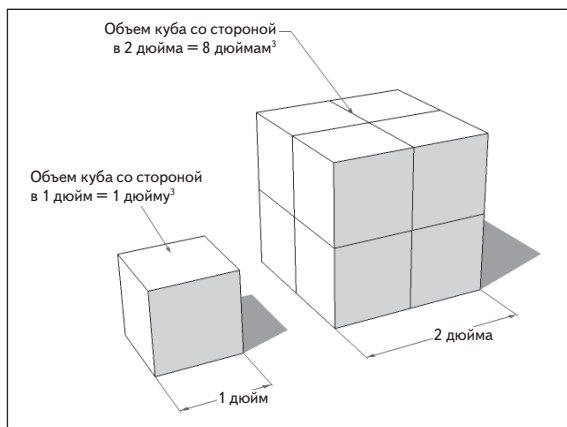
Я уже упомянул о некоторых преимуществах трехмерной печати в одном из предыдущих разделов. Хотя 3D-принтеры могут легко

создавать очень сложные объекты, в ряде случаев это не является лучшим решением по следующим причинам:

- отсутствие фактора повышения эффективности при тиражировании отпечатков одной и той же модели;
- это дорого для деталей, больших, чем размер ладони, особенно на промышленных принтерах;
- часто требуется большой объем ручной доработки деталей;
- диапазон материалов очень ограничен, по сравнению с промышленным производством.

Давайте обсудим эти моменты более подробно. 3D-печать дороже массового серийного производства объектов, если только это не единичные уникальные изделия. Это связано с тем, что изготовление отдельных частей изделия занимает столько же времени, сколько и его итоговая форма, – нет разницы по времени, которое затрачивается на 50 его частей, по сравнению с изготовлением одной общей формы.

При удвоении размера 3D-печати вы фактически увеличиваете время печати, а также объем материала в восемь раз, т. е. в геометрической прогрессии. По этой причине часто можете видеть легкие, воздушные, почти скелетные конструкции для 3D-печати для уменьшения расхода материала. Таким образом, создание пустот на стадии дизайна в итоге удешевляет печать.



## Выбор программы 3D-моделирования

Существуют десятки программ 3D-моделирования, некоторые из них бесплатны, а другие стоят тысячи долларов. Почему же стоит использовать SketchUp?

Версия SketchUp Make бесплатна для некоммерческого использования, легко осваивается, имеет очень большое сообщество пользователей, в котором при необходимости можно получить любую помощь, и также имеет систему многочисленных дополнительных расширений. Концептуальные решения, разработанные в SketchUp, можно при необходимости передавать в другие программы моделирования.

SketchUp лучше всего работает с геометрически простыми плоскостными формами, но не очень подходит для моделей органики со сложной кривизной поверхностей. В таком специфическом дизайне имеет смысл использовать приложения, более подходящие для подобных задач.

Эта книга предназначена для того, чтобы научить вас использовать SketchUp именно для 3D-печати, и не является общим учебником по моделированию в этой программе. Если вы новичок в SketchUp, то в дополнение к этой книге по 3D-печати рекомендую серию учебных видеороликов, которые доступны по адресу <http://www.sketchup.com/learn/videos>, или обратиться к книге *Google SketchUp 8 for Dummies, Aidan Chopra, 2010* либо к веб-сайту <http://www.go-2-school.com/>.

## Резюме

3D-печать – это фантастическая новая технология, знание которой поможет вам выбрать правильный вариант для своего практического применения. Настольные и коммерческие принтеры работают по-разному, и каждый из них имеет свои преимущества – используйте каждое из них в собственных интересах.

Вы должны понимать ограничения этой технологии и уметь максимально использовать ее сильные стороны. Вы не будете использовать 3D-принтер для массового производства полноразмерных автомобилей (пока!) точно так же, как нецелесообразно изготавливать уникальный индивидуальный чехол на мобильный телефон традиционными методами массового производства.

Изучите спецификации выбранного принтера/материала. Разработайте дизайн модели с учетом этих спецификаций. SketchUp – хороший инструмент моделирования общего назначения, но не единственный. Узнайте о других программах моделирования и используйте ту, которая наилучшим образом соответствует вашим потребностям.

В следующей главе вы узнаете, как настроить SketchUp для успешной работы с моделированием для 3D-печати.