



## ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ ВАШЕГО БИЗНЕСА

# ПЕЧАТЬ И СКАНИРОВАНИЕ

Как использовать 3D-печать и 3D-сканирование для развития бизнеса: экономика, специфика, новые возможности





OKT9591

## СОДЕРЖАНИЕ

BE	ВЕДЕ	НИЕ	4
1.		ГУАЛЬНОСТЬ, ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И ИМЕРЦИАЛИЗАЦИЯ 3D-ПЕЧАТИ	9
	1.1.	Основные определения	10
		Актуальность и коммерциализация 3D-печати	
	1.3.	История развития 3D-печати	19
2.	КЛН	ОЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ 3D-ПЕЧАТИ	. 29
	2.1.	Варианты применения наиболее часто используемых технологий 3D-печати в различных отраслях13	30
	2.2.	Основные этапы процесса 3D-печати	. 38
3.	ОБ1	БЕМ РЫНКА 3D-ПЕЧАТИ	41
-			
4.	TEH	ДЕНЦИИ РЫНКА И ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПЕЧАТИ	48
	4.1.	Удешевление использования существующих технологий	. 49
	4.2.	Расширение областей использования 3D-принтеров и рост влияния технологии в создании продукта	52
	4.3.	Рост интереса производителей цифровой техники и крупных промышленных компаний к развитию собственных продуктов в 3D-печати	. 58
	4.4.	Рост инвестиций глобальных опрошенных производителей 2015-2017 г	. 60
	4.5	Рост числа сервисов по 3D-печати, формирование инфраструктуры, где ценно обладание моделью, а не владение физическим предметом	61
	4.6.	Усиление Влияния 3D-печати на авторское право	
5.	ПОІ	РТРЕТЫ КЛЮЧЕВЫХ ИГРОКОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ СЕГОДНЯ	60
		ИБОЛЬШЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛЬ	
	5 1	Ключевые игроки рынка	69

	5.2.	Роль влияния краудфандинговых площадок в финансировании проекто по разработке 3D-принтеров. Анализ наиболее успешных стартап проектов	
	5.3.	Российские производители 3D-принтеров	
	5.4.	Сервисы 3D-печати и поставщики оборудования	105
6.		МЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ И СКАНИРОВАНИЯ АЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ	126
	6.1.	Применение 3D-печати в производстве и промышленном дизайне: для создания прототипов и макетов будущих продуктов и изделий	129
	6.2.	Применение 3D-печати в производстве для создание мастер-моделей (литейных моделей) для пресс-форм, используемых для литья пластиков и металлов	139
	6.3.	Мелкосерийное производство деталей и оснастки	144
	6.4.	Производство оснастки, крепежа и инструментов необходимых для сборочных процессов	149
	6.5.	Применение 3D-печати в медицине	150
7.	3D-	СКАНИРОВАНИЕ	159
	7.1.	Примеры применения 3D-санир <mark>ования</mark>	163
	7.2.	Объём рынка 3D-сканирования	167
	7.3.	Применение 3D-сканирования	170
	7.4.	Портреты производителей профессионального оборудования	178
8.	ПРΙ	МЕРЫ СОЗДАНИЯ БИЗНЕСА	. 203
HA	A KO	МПЕТЕНЦИЯХ В 3D-ПЕЧАТИ	. 203
И	сточ		219



## ВВЕДЕНИЕ

рорывные технологии за последние 10-15 лет сильно изменили нашу жизнь. Интернет, Wi-Fi, цифровой контент и смартфоны полностью трансформировали способы получения информации, характер коммуникации и скорость принятия решений в жизни и бизнесе.

Производство — Логистика — Продажи: что изменит эту цепочку в следующие 10 лет? Это интернет-P2P платформы (Uber, Airbnb, LendingClub), компактные системы хранения и генерации энергии, электромобили, виртуальная и дополненная реальность, роботехника, и, наконец, 3D-печать. Насколько сильны будут эти изменения? Радикальны. Так же, как в свое время цифровые технологии повлияли на компании Kodak и Polaroid, а революция в персональных компьютерах привела к банкротству DEC и других компаний.

Рынок 3D-печати (оборудование и сервис в 2015 г.) составляет \$5,35 млрд, среднегодовая динамика (CAGR 2008-2015) — 24%. Именно этот сегмент уже оказывает влияние на процессы создания прототипов, мелкосерийное производство и промышленный дизайн, позволяя снизить скорость разработки новых изделий, уменьшить производственную себестоимость и получить готовое изделие по индивидуальным и специфичным запросам. Кроме этого, своевременное изучение возможностей и внедрение 3D-печати в действующие процессы:

- позволит обеспечить кратный рост в скорости разработки и производстве новых продуктов,
- снизит себестоимость производства мелкосерийной продукции,
- позволит создать уникальные ка<mark>ст</mark>омизированные продукты и даст возможность вовлечь потребителей в процессы создания и тестирования новых разработок.
- ! 3D-производство постепенно смещает потребительскую ценность: ценным становится владение не готовым продуктом, а информационной моделью и возможностью напечатать ее несколькими видами материалов. Каждый день 2015 г. по всему миру продавалось 595 персональных принтеров и 37 профессиональных принтеров.
- ! С 2010 г. цена готового принтера снизилась с \$20 тыс. до \$2 тыс.
- ! Рынок США лидирует по числу отгрузок профессиональных 3D-принтеров.
- ! Компания Adidas в 2015 г. анонсировала сервис Futurecraft 3D: покупатель в отдельных магазинах фирменной сети может заказать изготовление пары кроссовок по индивидуальным параметрам (в магазине сканируется стопа клиента, через несколько недель покупатель получает по почте модель кроссовок со стелькой и подошвой, изготовленной на 3D-принтере с учетом индивидуальных размеров)<sup>1</sup>.
- ! Компания Kutrieb Research использует в работе промышленный принтер 3D Systems для создания рабочих моделей и прототипов турбин. Создание прототипа турбины из воска занимало до 5 недель и стоило \$20 тыс., с помощью принтера 3D Systems модель создается за 1 ночь и \$2 тыс.<sup>2</sup>

В период быстрого развития новых технологий важно понять, на что уже способны прорывные направления, кто стал пионером в применении и уже получил значимый экономический эффект. В данном исследовании мы рассмотрим и проанализируем действующие практики применения 3D-технологий, познакомим с компаниями, которые создают специализированные решения, расскажем об отраслях, где внедрение 3D-печати сможет оказать наибольшее влияние в ближайшие 7-9 лет.

#### Ключевые вопросы информационно-аналитического исследования:



Как выглядит рынок 3D-печати и 3D-сканирования, какие игроки играют в нем ключевую роль сегодня?



Какие технологические процессы в производстве и разработке может изменить 3D-печать, влияя на экономику и скорость выпуска продукта?



В каких случаях использовать 3D-печать экономически целесообразнее вместо размещенного или собственного производства?



Будут ли 3D-принтеры в каждом доме и зачем они нужны для бытового применения?



Как построить бизнес на компетенциях в 3D-печати и 3D-сканировании?



Сколько в РФ производителей 3D-принтеров? Как найти и выбрать производителей 3D-принтеров?



Какие отрасли уже применяют 3D-печать, как эта технология повлияла на экономику продукта и качество сервиса?

Данное исследование адресовано всем тем, кто изучает возможно<mark>сти 3D-печати и х</mark>очет быть осведомлен больше об этой отрасли, а также:

#### 1. Производственным и сервисным компаниям, стремящимся:

- а) увидеть новые возможности в применении технологий 3D-печати в собственных отраслях (промышленном производстве, розничной торговле, медицинских услугах, рынке ювелирных изделий, товары для дома и офиса),
- b) понять влияние новой технологии на универсальные рынки, касающиеся всех компаний (рынки логистики, IT, коммуникаций, недвижимости и т.д.).
- 3. **Инвесторам и стартап-командам**, оценивающим новый растущий рынок 3D-печати и 3D-сканирования для создания в этом сегменте нового ценностного рыночного предложения.

#### Новый раздел, посвященный 3D-сканированию:

В различных областях деятельности человека завоевывает свое место не только технология 3D-печати, но и 3D-сканирование. С помощью этой технологии можно выполнять сканирование различных физических предметов, получая их трехмерные цифровые модели, характеризующиеся высокой точностью. Полученные модели с электронными данными о форме конкретного предмета могут быть задействованы в строительной сфере, медицине и игровой индустрии. На то, что ранее требовалось часы или даже дни, в настоящий момент посредством 3D-сканера необходимы лишь считанные секунды.

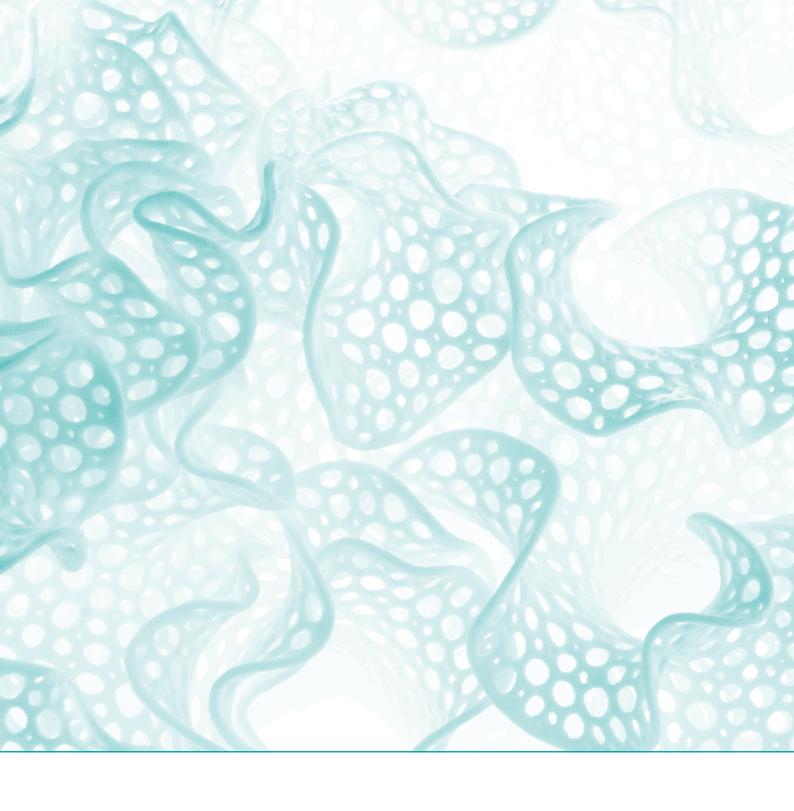
Технология 3D-сканирования достаточно проста: сканер создает карту из крайних точек поверхности объекта и затем реконструирует их, что позволяет создать цифровой образ сканируемого объекта той же формы и цвета.

3D-печать увеличила ценность 3D-сканирования, позволив воссоздать отсканированные модели. Уже сегодня развитие технологий привело к возможности создавать, обрабатывать и воссоздавать 3D-модели.

В 2017 году команда ГК Института Тренинга АРБ-Про провела анализ применения технологии 3D-сканирования для различных отраслей:

- **Инженерный анализ**: получение точной компьютерной модели предметов, которые требуется воссоздать (реверс-инжиниринг).
- **Контроль качества и инспекция:** проверка соответствия создаваемой продукции установленным требованиям и техническим нормам, включая микротрещины, оценка прочности, соответствие размерам.
- Цифровое архивирование: создание цифрового архива прототипов изделий.
- **Промышленный дизайн:** создание трехмерного макета, на основе которого можно будет получить серийное изделие, изготовление дизайнерской упаковки, а также возможность получения и исследования формы объекта с ее последующей доработкой.
- **Развлечения и игры:** получение анимационных моделей для игр и фильмов, возможность создания цифрового мультимедиа контента, основанного непосредственно из концептуальной модели разработчиков. Это актуально прежде всего, для видеоигр и разработки игровых персонажей, навеянных творческой фантазией.
- **Медицина и ортопедия:** возможность создания трехмерных моделей суставов, строений кости и отдельных органов человеческого тела, планирование операционных манипуляций, проектирование разнообразной анатомической обуви и ортопедических конструкций.
- **Архитектура:** 3D сканеры могут применяться для сканирования на заказ различных архитектурных деталей и элементов, например, колонн, статуй и декораций.

- **Строительная промышленность:** получение чертежей мостов и сооружений в трехмерном исполнении, реконструкция автомобильных трасс и магистралей.
- **Музейное дело и сохранение культурного наследия:** точное восстановление формы устаревших скульптур или памятников для их последующей реконструкции, возможность организации виртуальных музейных экскурсий, сканирование старинных, антикварных предметов.
- **Киноиндустрия:** получение цветной трехмерной модели человека для использования в компьютерной графике.



1. АКТУАЛЬНОСТЬ, ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ 3D-ПЕЧАТИ

#### 1.1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**3D-принтер** – устройство, использующее метод послойного создания физической модели в трех измерениях по цифровой 3D-модели.

Вместе с термином **«3D-печать»** часто используется термины **«аддитивные технологии»** или **«аддитивное производство»** (AF – Additive Fabrication, AM – Additive Manufacturing) как синонимы технологии **послойного синтеза**. Это последовательное наращивание слоев материала, используемого для быстрого прототипирования и производства (Rapid Prototyping and Manufacturing, RP&M)<sup>3</sup>.

В научной и профессиональной литературе часто используют понятие **«машина послойного синтеза»**, что фактически обозначает 3D-принтер.

**Ключевые отличия** 3D-печати от других методов формообразования (резки, фрезеровки, шлифовки и др. процессов):

- Изделие создается не деструкцией материала режущим клином, а аддитивным методом послойным наращиванием изделия при точном воспроизведении формы<sup>4,5</sup>.
- Модель «строится» из сырья без применения дополнительного инструментария (например, заготовок или форм для литья) и часто без соединения готовых деталей (склеивание, сварка).
- Управление процессом происходит с помощью программных и аппаратных средств для получения координат построения 3D-модели<sup>6</sup>.

По применению 3D-принтеры можно условно разделить на:

- 1. **Персональные** настольные 3D-принтеры небольших размеров с ценой ниже \$3000, применяемые для печати пластиками (ABS, PLA и др.). Такие принтеры могут применяться малыми и средними компаниями (например, архитектурно-дизайнерскими бюро, производителями сувенирной продукции, рекламно-производственными компаниями) или частными лицами для бытового применения.
- 2. **Профессиональные** производственные 3D-принтеры. Цена от \$5 тыс. Расходные материалы: пластики, воск, фотополимеры, металлы, гипсовый порошок и т.д. Предназначены для компаний с потребностью в производстве высокоточных, высококачественных моделей с высокими показателями точности и качества поверхности. Производственные 3D-принтеры позволяют изготавливать макеты, прототипы изделий и узлов и тиражировать изделия небольшими партиями. Варианты применения: создание моделей для функциональных, эргономических и комплексных испытаний, изготовление моделей для литья, использование в зубном протезировании и ювелирном производстве

1980-e

- Меньшее количество этапов производства для проектирования, изготовления прототипов и изготовления сложных и кастомизированных продуктов.
- Возможность быстрой доставки товаров благодаря использованию сервисов 3D-печати по запросу.
- Снижение затрат на логистику и производство (снижение затрат на транспортировку и хранение, возможное устранение импортных/экспортных затрат за счет локального производства, устранение ряда производственных инструментов и пресс-форм предприятиях).
- Более высокая эффективность производства за счет использования наименьшего количества материала и энергии в производстве.

#### 1.3. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ 3D-ПЕЧАТИ

Термин 3D-печать впервые был употреблен в 1995 г., авторы — ученые Массачусетского Технологического Института (МІТ), им принадлежит изобретение метода печати склеиваемым порошком, однако впервые технология была разработана раньше.

#### 1983 г.

Чарльз Халл разработал технологию стереолитографии (SLA) для печати объектов по данным цифровых моделей из фотополимеризующихся композитных материалов. Название данной технологии происходит от слова «литография», что в переводе с древнегреческих слов означает: «λίθος» – «камень» и «γράφω» – «пишу»<sup>11</sup>. Технология позволяла создавать 3D-модель для функционального тестирования до этапа промышленного запуска<sup>12</sup>.

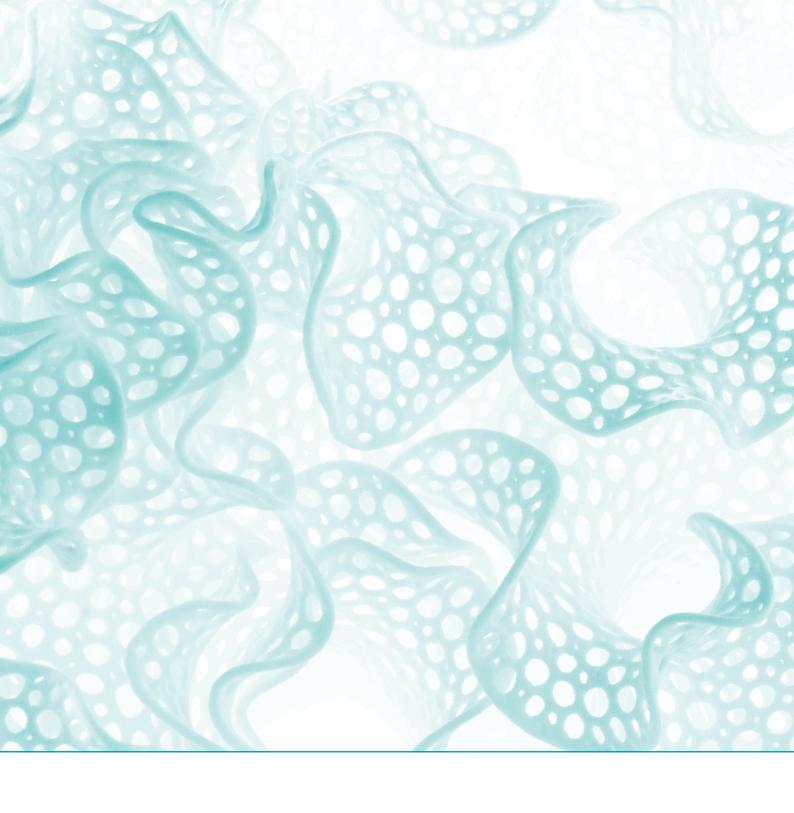


#### 1985 г.

**Майкл Фейген** изобрел метод послойного формирования объемных моделей из листового материала. Технология получила название «производство объектов ламинированием» (LOM – Laminated Object Manufacturing)<sup>13</sup>. Тогда же Фейген основал собственную компанию **Helisys Inc**, занявшись выпуском 3D-принтеров по технологии LOM. В 2000 г. из-за финансовых трудностей компания прекратила работу, а на основе разработанных ею технологий была создана **Cubic Technologies**, в которой Майкл получил позицию президента.



9<del>-</del>086



## 2. КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ 3D-ПЕЧАТИ

## 2.1. ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ В **РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ**<sup>13</sup>

Метод печати	Толщина мин. слоя, мм	Ср цена проф. решения	Цена печати, руб/см³	Производственные компании
Послойное наплав- ление (FDM)				
Стерео-литография (SLA)				3
Выборочное лазер- ное спекание (SLS)				
Метод многоструй- ного моделирования (MJP∖ PolyJET)				
Цветная струйная печать CJP		·		
Прямое спекание металла DMLS				6

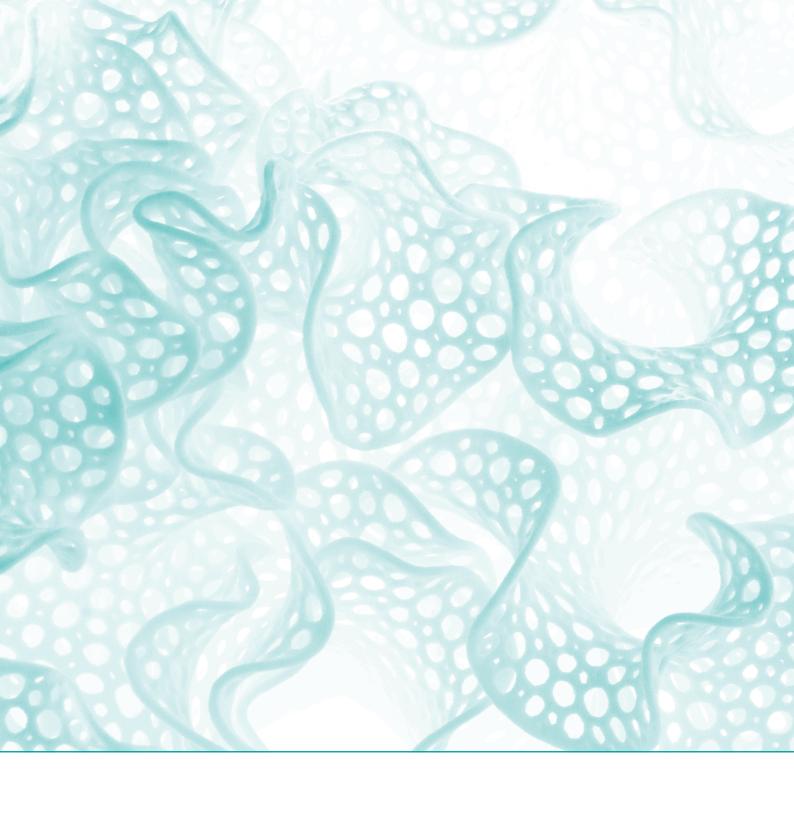


Важно: ...

Примеры вариантов использования 14,15
---------------------------------------

примеры вариан	тов использования			
Медицина	Ювелирное производство	Архитектура и пром. дизайн	Реклама и развлечениz	Потребительские товары (бытовое, домашнее применение)
		1		2
4		5		

Технологии трехмерной печати ...



### 3. ОБЪЕМ РЫНКА 3D-ПЕЧАТИ

рынок 3D-печати, как и другие технологии шестого технологического уклада с высоким темпом межотраслевого внедрения, вступает в фазу устойчивого становления и развития. Это переход из статуса высокотехнологичной инновации в статус необходимого инструмента, способного производить сложные и качественные изделия с меньшим расходом материалов, электроэнергии и времени.

Про прогнозам исследовательской компании Smithers Pira рынок 3D печати в 2017 г. составил \$6,05 млрд.

#### Объем мирового рынка оборудования и расходных материалов (мир), \$млрд

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	CAGR 2008- 2015	CAGR 2015- 2020
Продажи оборудова- ния и <mark>матер</mark> иалов											
1. Продажи 3D-принтеров:											
1.1. Промышленные											
1.2. Персональные	<b> </b>										
2. Расходные мате- риалы											

Источники: Wohlers, Gartner, Canalys, MIT, оценка ГК «Институт Тренинга – АРБ Про»

- ! Дизайнеры Bentley прорабатывают практически каждую деталь автомобиля от кузова до салона в заданном масштабе с помощью 3D-принтера.
- ! C 2013 г. формируются социальные сети, объединяющие клиентов и владельцев 3D-принтеров.
- ! Компания Kutrieb Research использует в своей работе промышленный принтер 3D Systems для создания рабочих моделей и прототипов турбин. Создание прототипа турбины из воска занимало до 5 недель и стоило \$20 тыс., с помощью принтера 3D Systems модель создается за 1 ночь и \$2 тыс.<sup>20</sup>

По итогам 2016 г	

Рост сегмента ...

по итогам 2014 г. стали компании **Makerbot** (36% рынка), **3D-Systems** (16%), **Flash Forege** (16%), **Ultimaker** (5%). К 2020 г. потребительский сегмент продолжит рост за счет появления 3D-принтеров по цене ниже \$500, обладающих простым для освоения процессом использования и интуитивно-понятным интерфейсом.м удваиваться ежегодно в период 2015-2018 гг. и достигнет более 2,3 млн шт.<sup>21</sup>

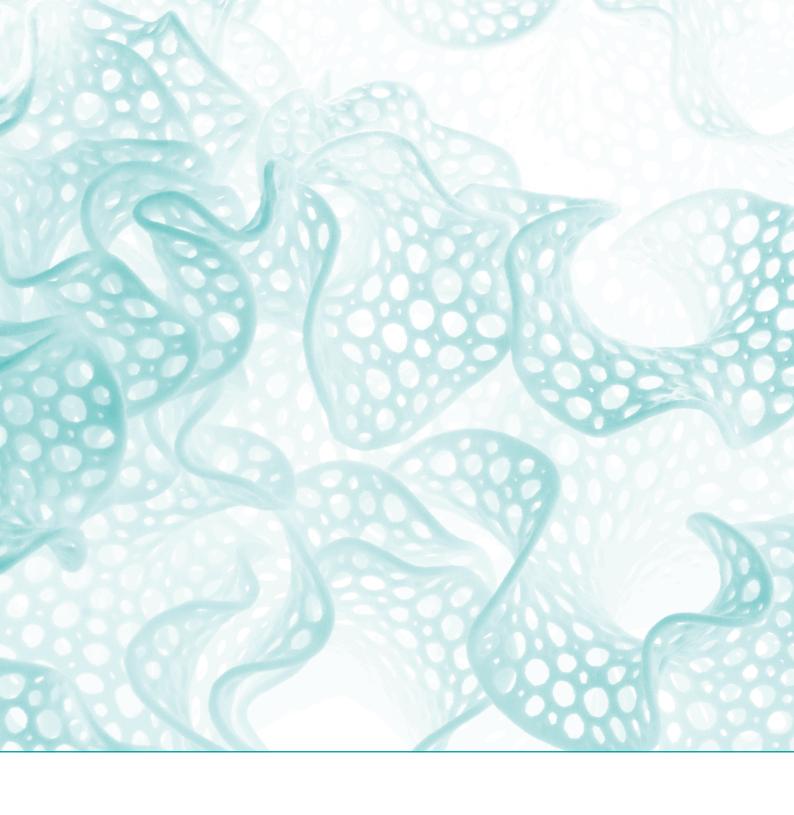
#### Динамика выручки и капитализация игроков на рынке 3D-печати и оборудования<sup>21</sup>

		Капитализация, сент. 2015		Выручка, \$млн				Динамика, %		
Компания	Страна	2015	май 2017	2013	2014	2015	2016	2014/ 2013	2015/ 2014	2016/ 2015
1. Stratasys	США	\$1,5 млрд								
2. 3D Systems	США	\$1,4 млрд								
3. ProtoLabs	США	\$1,81 млрд								
4. Materialise	Бельгия	\$400 млн								
5. ExOne	США	\$107 млн								
6. Arcam	Швеция	\$311 млн								
7. SLM Solutions	Германия	\$278 млн								
8. Alphaform	Германия	\$1,6 млн								
9. Voxeljet	Германия	\$106,3 млн								
10. Organovo	США	\$312,4 млн								

Источники: отчетность компаний

По оценке исследовательской компании ...

В региональном представлении рынки США, Японии и Германии остаются лидерами по числу отгрузок профессиональных 3D-принтеров<sup>22</sup>.



## 4. ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА И ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПЕЧАТИ

В апреле 2017 **Leroy Merlin** в партнерстве с Techshop организовала во Франции проект **FabLab**. FabLab — это пространство, в котором собраны 3D-принтеры, автоматизированные швейные машины и другое оборудование, доступное клиентам. Задача проекта — дать возможность людям попробовать персонализированное производство, где человек сам является дизайнером и проектировщиком<sup>42</sup>.



В декабре 2016 запущен пилотный проект в 1 гипермаркете **Walmart** в партнерстве с **Intersect** в Канаде. В преддверии 2017 года компания организовала акцию-услугу: покупатель мог напечатать на 3D-принтере рождественские украшения собственного дизайна всего за \$10. Целевой аудиторией проекта были выбраны мамы-миллениалы. Компания хотела создать клиентам прогрессивный и персонализированный опыт создания подарков<sup>43,44</sup>. Проект также считался пилотным, потому что Walmart хотел понять, где можно внедрить технологию в свою бизнес-модель.



**Mattel**, американский производитель игрушек, ведет разработку 3D-принтера для детей **ThingMaker**, который планирует выпустить на рынок осенью 2017 года. 3D-принтер позволит детям самостоятельно печатать игрушки: динозавов, кукол, роботов. Принтер работает совместно с приложением с простым интерфейсом, в котором можно проектировать игрушки. Печать одной игрушки будет занимать от 30 минут до 6-8 часов в зависимости от размера и сложности. Стоимость принтера \$300<sup>45</sup>.







3. **Изменение цепочки поставок и локализация производства**: производство теперь может находиться максимально близко к потребителю и быстро настраиваться под изменение запроса потребителя. Также снизится необходимость в содержании товарного запаса запасных и расходных частей.

ного печатать еду. Предполагается печать изделий из шоколада, шоколадной пасты и продуктов подобной консистенции.

## 4.4. РОСТ ИНВЕСТИЦИЙ ГЛОБАЛЬНЫХ ОПРОШЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ 2015-2017 Г.











**Alcoa** инвестировала \$60 млн в создание центра исследований с целью сделать 3D-печать жизнеспособной в промышленном масштабе для производства деталей в аэрокосмической, автомобильной и строительной отраслях<sup>51</sup>.

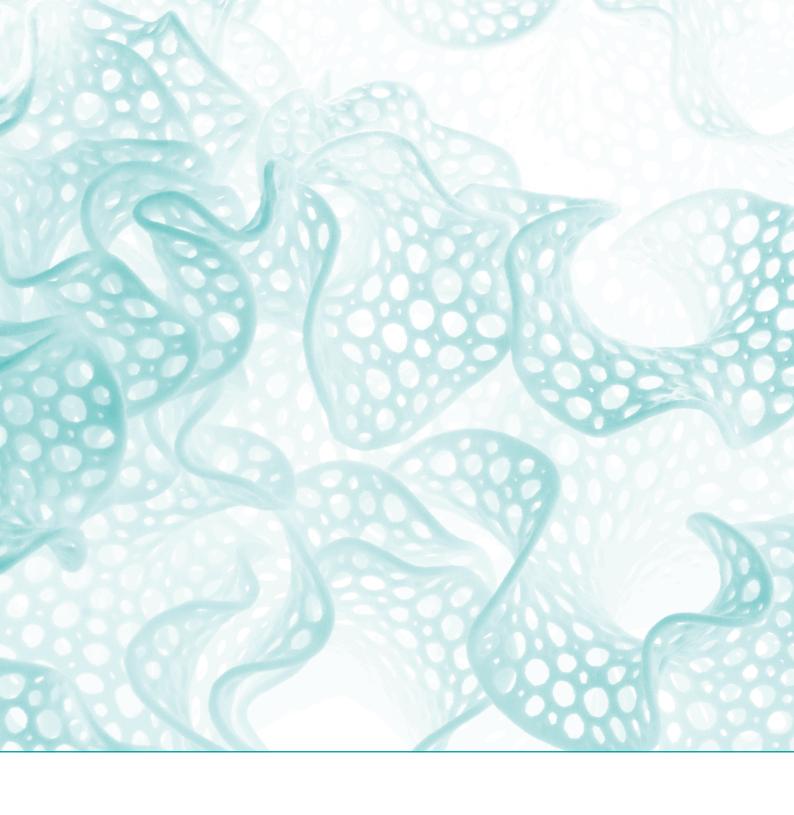
**Michelin** и **Fives** – инвестиция \$25 млн в совместные разработки оборудования для 3D-печати металлических изделий<sup>52</sup>.

**General Electric** приобрела компании **Arcam** и **Concept Laser GmbH**. Сумма сделки составила \$1,5 млрд. Технологии и опыт Arcam и Concept Laser направлены на интеграцию 3D-печати для самолетов. В планах GE инвестировать еще около \$100 млн в расширение производства. Цель General Electric — заработать \$1 млрд на технологиях 3D-печати к 2020 г.<sup>53</sup>

В июле 2017 новое подразделение **GE Additive** специализирующееся на разработке и производстве 3D-принтеров и материалов для них выпустило крупнейший в мире лазерный 3D-принтер **Atlas**, который печатает детали из металлического порошка. Устройство будет осуществлять 3D-печать конструктивных элементов реактивных двигателей и деталей для самолетов и будет применяться в автомобильной, энергетической и нефтегазовой отраслях. По оценке GE внедрение новой разработки позволит экономить \$2-3 млн на производстве одного самолета.

**GE Aviation** в 2016-17 активно применяет аддитивное производство для создания топливных форсунрок для семейства двигателей LEAP самолетов Airbus, Boeing и COMAC новых поколений. Компания также разрабатывает Advanced Turboprop — первый в истории коммерческий авиационный двигатель, многие компоненты которого изготовлены с использованием трехмерной печати.





5. ПОРТРЕТЫ КЛЮЧЕВЫХ ИГРОКОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ СЕГОДНЯ НАИБОЛЬШЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛЬ

#### реди основных игроков рынка 3D-печати выделяются **6 типов компаний:**

	Тип игрока	Примеры игроков
1.	Производители программного обеспечения (ПО) для 3D-моделирования, (в т.ч. и ПО для узкоспециализированных отраслей, например, для создания ювелирных украшений)	Autodesk, SolidView, Catia
2.	Производители 3D-принтеров (создание устройств, ПО и инфраструктуры)	3D Systems, Stratasys,Z Corporation, Picaso3D
3.	Компании, предоставляющие online-услуги 3D-печати и 3D-моделирования	Kraftwurx Shapeways
4.	Онлайн и офлайн магазины 3D-оборудования (принтеры, сканеры, расходные материалы и т.д.)	SIU Systems Cyberon Group, 3Dvision, Top 3D shop), 3D-Rep
5.	Специализированные облачные сервисы, позволяющие разместить заказ онлайн и выбрать наиболее подходящего игрока из доступных (по логистике, по характеру заказу и т.д.)	3D Hubs
6.	Отр <mark>асле</mark> вые лидеры диверсифицированные в предоставление услуг по 3D-печати	Staples, UPS

#### 5.1. КЛЮЧЕВЫЕ ИГРОКИ РЫНКА

**3DSystems** – ведущий поставщик решений в области трехмерной печати: 3D-принтеров, расходных материалов и услуг по изготовлению нестандартных деталей, творческих материалов, дизайнерских инструментов для специалистов и потребителей.



**Главный офис** – г. Рок-Хилл, Южная Карол<mark>ин</mark>а, США

**География деятельности:** Северная и Южная Америки, Азиатско-Тихоокеанский регион, Европа, Ближний Восток.

**Доля выручки компании в США в 2014 г.:** 50,9% (55,5% в 2013 и в 2014 гг.).

Ценности: инновации, качество, операционное совершенство и партнерское дружелюбие

#### Стратегические инициативы:

- Сосредоточить ресурсы и возможности компании в ключевых областях **промышлен- ность, здравоохранение, машиностроение, образование**
- Увеличить объем ежегодных расходов на исследовательские работы на 75-100% к 2017 г.
- Продолжить слияния и поглощения для расширения бизнеса компании
- Улучшить качество производимой продукции и снизить число производственных ошибок
- Упростить процедуру обслуживания клиентов и сократить время отклика группы технической поддержки

#### Финансовые показатели компании

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Выручка, \$тыс.							
Динамика выручки, %							
Затраты на R&D, \$ тыс.							
Чистая прибыль, \$ тыс.							
Динамика чистой прибыли, %							
Рентабельность, %							
Число сотрудников, чел.							
Выручк <mark>а</mark> на 1 <mark>сот</mark> руд <mark>ник</mark> а, \$ тыс.							

Акции 3DSystems ...

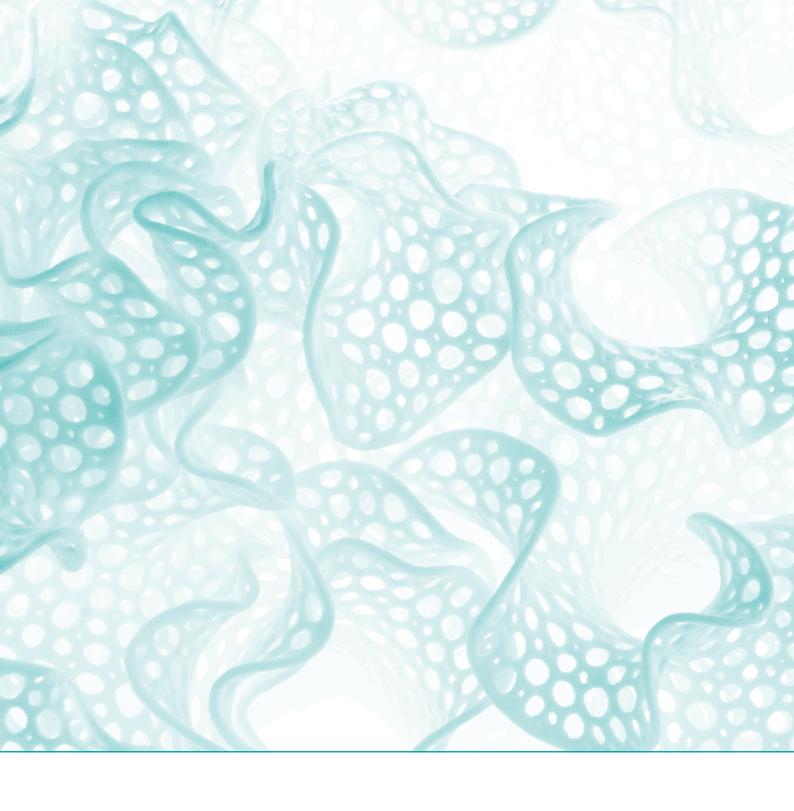


## 5.2. РОЛЬ ВЛИЯНИЯ КРАУДФА<mark>НДИНГО</mark>ВЫХ ПЛОЩАДОК В ФИНАНСИРОВАНИИ ПРОЕКТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ 3D-ПРИНТЕРОВ. АНАЛИЗ НАИБОЛЕЕ УСПЕШНЫХ СТАРТАП ПРОЕКТОВ

Краудфандинговые платформы стали жизненно важными инструментами для стартапов и предпринимателей, желающих воплотить в жизнь уникальные идеи. Нами рассмотрены проекты по 3D-принтерам на площадках **Kickstarter** и **Indiegogo**. Прежде чем подробно рассмотреть самые успешные кампании, определим, чем данные площадки отличаются друг от друга.

Кісkstarter и Indiegogo работают **по принципу вознаграждения** — люди выделяют деньги и что-то за это получают (как правило, экземпляр товара). Данные платформы работают как эксклюзивные интернет-магазины — здесь можно сделать предзаказ на товары, которых больше нигде нет. Запуск кампаний на обеих площадках подразумевает разные стратегии и уровень подготовки проекта, разный набор инструментов для достижения цели.

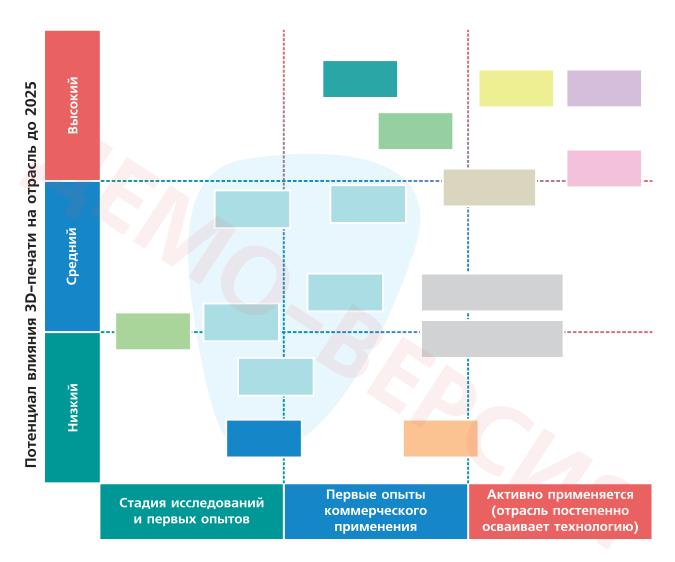
**Kickstarter** действует по схеме **«все или ничего»**, т.е. финансирование только тех проектов, которые набрали заявленную сумму, или же возврат денег залогодателям в случае недостижения цели в срок. Модель **IndieGoGo – «все остается»**, т.е. проект получает все собранные средства независимо от того, была ли набрана заявленная сумма в срок.



## 6. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ И СКАНИРОВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ

Самыми активными потребителями 3D-печати остаются производственные компании, использующие технологию для создания прототипов, создания форм для литья и мелкосерийного производства отдельных деталей. Потенциал влияния 3D-печати мы рассмотрим в матрице где по горизонтали статус развития применения 3D печати в конкретной отрасли и по вертикале - потенциал влияния 3D-технологий на конкретную компанию.

#### Оценка потенциала использования 3D-печати



Эффекты от внедрения технологий 3D-печати игроками из различных отраслей не ограничиваются экономической эффективностью. Представители компаний констатируют переход на новый уровень разработки и проектирования и проводят аналогии с появлением интернета или электронной почты в жизни их компании.

Для использования технологий 3D-печати производственные и сервисные компании могут выбрать следующие варианты:

## 6.1. ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОМЫШЛЕННОМ ДИЗАЙНЕ: ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОТОТИПОВ И МАКЕТОВ БУДУЩИХ ПРОДУКТОВ И ИЗДЕЛИЙ

Разработка новой продукции предполагает создание прототипов будущих изделий. С помощью функционального прототипа можно с большей вероятностью обнаружить ошибки в конструкции и разработать максимально возможное число вариантов дизайна. Разработка наибольшего числа прототипов позволяет упростить процесс разработки и помогает снизить издержки, которые могут быть вызваны недоработками конструкции (на прототипах также отрабатываются технологические схемы и кинематика моделей). Получение прототипов традиционными методами (механическая обработка, литье) требует от нескольких недель до месяца и является сложным, и дорогостоящим этапом.

#### Традиционные технологии Использование 3D-печати 1. Создание прототипов на станках с ЧПУ из различ-В отличие от станка с ЧПУ, 3D-принтер не отсеканых материалов. Трехмерная модель загружается ет лишнее из заготовки, а сразу создает нужный на компьютер, который управляет фрезеровальконтур – это дает экономию материала. ным станком (часто компании использует аутсорсинг разработки прототипа – компания пользуется 2. Создание композитных прототипов из разных услугами внешних подрядчиков). типов материалов за один подход (некоторые модели 3D-принтеров) – исключается задача 2. Создание макетов вручную из нужных материалов по подгонке, стыковке, скреплению разных частей по лекалам и чертежам. прототипа из разных материалов. 3. Ручной труд исключается – все, что требуется от оператора – заправить принтер нужными расходники и создать/загрузить 3D-модель. 4. Исключается процесс передачи разработки прототипа на аутсорсинге.

#### Эффект от использования 3D-печати:

- 1. Сокращение времени изготовления прототипа
- 2. Сокращение стоимости прототипа
- 3. Создание композитных прототипов из разных типов материалов за один подход
- 4. Дизайнеры получают больше возможностей для тестирования творческих и инженерных решений
- 5. Экономия материалов
- 6. Сохранение конфиденциальной информации по коммерческим разработкам внутри компании (аутсорсинг 3D-печати)
- 7. Снижение объемов документооборота с подрядчиками (аутсорсинг 3D-печати)
- 8. Исключение логистического звена (аутсорсинг 3D-печати)

#### 6.1.1. ЦИФРОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

В **Microsoft** во время разработки приставки Xbox One было создано 75 различных 3D-печатных прототипов корпуса, 100 3D-прототипов кинетики и более 200 3D-печатных геймпадов. Все это – для поиска решения, максимально удовлетворяющего запросам потребителей<sup>73</sup>.



Процесс проектирования и создания приставки занял 2 года.

Самым важным и трудоемким этапом было создание контроллера (геймпада): **компания потратила \$100 млн на создание контроллера для Xbox One**: «Мы протестировали более чем 1000 пар контроллеров». На конец июня 2015 г. продано 14,3 млн приставок Xbox One<sup>74</sup>.







**Fujikon** специализируется на производстве наушников и портативных акустических систем для смартфонов. В 2011 R&D команда Fujikon проанализировала инновационные технологии для разработки продуктов. 3D-печать была признана наиболее перспективным инструментом. 18 месяцев команда тестировала несколько 3D-принтеров на качество работы софта и производственной части, качество материала и готового продукта.



Технология ДО	Техн <mark>ология ПОСЛЕ</mark>
Обработка заготовок на станках с ЧПУ	PROJET®7000 от к <mark>ом</mark> пании 3D <mark>Sys</mark> tems с техно-
	логией стереолитогр <mark>афии (SLA). Создает</mark> модели
	до 380x380x250 мм с точностью до 0,0 <mark>25</mark> -0,05 мм
	при очень высокой с <mark>корости печ</mark> ати

#### Эффекты:

- 1. Создание полного прототипа продукта из виртуальной 3D-модели занимает 1 ночь, на следующий день начинается тестирование продукта
- 2. Сокращение рабочего времени команды минимум 5%
- 3. Экономия на стоимости материалов 11%
- 4. Скорость создания комплектующих увеличилась на 62%

New Balance Athletic Shoe Inc., производит обувь для спортсменов на заказ, используя 3D-печать. Обувь основана на индивидуальной биомеханике бегуна.



Основана в 1908 году.

Штаб-квартира: США

- Мировые продажи более \$2 млрд.
- Более 4000 сотрудников.
- Инновации на всех уровнях бизнеса, постоянное изучение передовых методов проектирования и производства продукции.
- Использование 3d-печати для кастомизации продукта.

Технология ДО	Технология ПОСЛЕ
Массовый производство моделей. На основе замеров нескольких бегунов	Использование SLS- технологии (нейлоновый порошок) от EOSINT P 395 с учетом всех анатомических особенностей

Эффект от внедрения: снижение веса обуви на 5%.







#### 6.1.3. АВТОМОБИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Дизайнеры **Bentley** прорабатывают практически каждую деталь автомобиля от кузова до салона в заданном масштабе с помощью 3D-принтера<sup>76</sup>.



Технология ДО	Технология ПОСЛЕ		
Станки с ЧПУ	3D-принтеры <b>Objet 30 Pro</b> (в настольном исполнении)		
	и Objet 500 Connex от компании Stratasys.		

#### Эффект от внедрения:

- 1. Точность 3D-принтера Objet30 позволяет получить уменьшенную в десять раз копию реальной детали, оценить и протестировать ее и определить перечень доработок.
- 2. Получив одобрение в малом масштабе, инженеры создают на принтере Objet500 Connex модели, уменьшенные в три раза, полноразмерные модели, а также детали, состоящие из разных материалов, не испытывая необходимости в сборке. В одном прототипе могут сочетаться мягкие и твердые, прозрачные и непрозрачные материалы, при этом такие прототипы не требуют сборки.



**Ford** использует 3D-принтеры для создания **прототипов деталей мотора**: головки цилиндров, впускных и выпускных коллекторов<sup>77</sup>.

Технология ДО	Технология ПОСЛЕ			
Станки с ЧПУ	3D-Objet Eden 350V от компании <b>Stratasys</b>			

#### Эффект от внедрения:

- 1. **Сокращение времени** изготовления прототипа **в 30 раз** с 4-х месяцев до 4-х дней.
- 2. Сокращение стоимости изготовления прототипа в 150 раз с \$500 тыс. до \$3 тыс.

#### 6.1.4. ТОВАРЫ ДЛЯ СПОРТА



Компания **Thermos**, производство емкостей и контейнеров для сохранения продуктов питания и напитков холодными или горячими. Тренд роста продукции «То Go» (еда на ходу) привел к «революции» в вариантах объемов и характеристик термосов<sup>78</sup>. В 2014 г. продано более 3 млн кружек-термосов Thermos.





Технология ДО	Технология ПОСЛЕ		
Изготовление прототипов на аут-	Texнологии PolyJet и ObjetConnex260 от компании		
сорсинге			
	Stratasys		

#### Эффект от внедрения:

- 1. **Сокращение времени** создания прототипа **в 100 раз** с 3-5дней до нескольких часов.
- 2. Сокращение стоимости создания прототипа в 5 раз.

- 3. 3D-печать помогает компании делать **лучшие продукты:** «Мы можем сделать так много прототипов, сколько надо, чтобы достигнуть наших целей проектирования. Без каких-то компромиссов. Это позволило нам оптимизировать посадку крышки-пробки и удобство заправки самых продаваемых кружек Thermos».
- 4. Технологии PolyJet 3D и Connex позволяют дизайнерам создавать подробные гладкие модели из нескольких материалов без дополнительных технологических процессов «за один проход».

Компания **Trek**, производитель велосипедов, имеет множество наград за дизайн и инновации<sup>79</sup>. **Когда ежегодные расходы Trek на сервисные бюро по созданию прототипов достигли \$275 тыс., компания приобрела** систему 3D-печати **Objet Connex500**. Выбор сделан исходя из способности печатать детали и узлы, изготовленные из разных материалов для моделирования, с разными механическими или физическими свойствами в рамках одной конструкции. Смешение материалов для увеличения твердости конструкции стало ключевым фактором.



3D-принтер использ<mark>уется для каждого велосипеда, выпускаемого Trek. При создании флагманской модели Speed Concept 9 — велосипеда для заезда на скорость — прототип каждой детали нового дизайна был напечатан на Objet Connex и затем отправлен из штаб-квартиры Trek в Висконсине на стенд в Калифорнии для испытаний в аэродинамической трубе.</mark>

Технология ДО	Технология ПОСЛЕ
Опытные образцы деталей из алюминия или плотной пены обрабатывались на станках с ЧПУ внутри	Objet Connex500 от компании <b>Stratasys</b>
компании и комбинировались с SLA-деталями, изготавливаемыми на аvтсорсинге	

#### Эффект от внедрения:

- 1. **Сокращение времени** создания прототипа **в 100+ раз** с нескольких дней или недель до 30 минут.
- 2. Возможность быстро напечатать несколько вариантов побудил дизайнеров больше экс-периментировать 75 % опытных образцов создаются для компонентов, для которых их раньше никогда не делали.



- 3. **Сокращение количества ошибок** при обработке, из-за которых срок выпуска продукта мог сдвигаться на несколько недель или месяцев.
- 4. Качество и отделка деталей, получаемых на Objet Connex, аналогично SLA-деталям, ранее изготавливаемым в сервисных бюро на аутсорсинге.

#### 6.1.5. АРХИТЕКТУРНЫЙ ДИЗАЙН

#### Rietveld Architects

Компания **Rietveld Architects**, Нью-Йорк, строит масштабные, креативные коммерческие и жилые здания<sup>80</sup>.

Благодаря возможностям печати прототипов компания смогла получить ряд новых проектов. Клиенты положительно отреагировали на появление этой технологии, поскольку новые модели теперь создаются и обрабатываются одним сотрудником за считанные часы.

Технология ДО	Технология ПОСЛЕ		
Модели создавались вручную из картона,	3D-принтер Objet Eden350 от <b>Stratasys</b>		
пенопласта и оргстекла			



#### Эффект от внедрения:

- 1. **Сокращение трудозатрат** макеты создавались вручную двумя сотрудниками в течение двух месяцев. Для создания модели методом 3D-печати достаточно 1 человека и нескольких часов работы.
- 2. **Точности создания деталей** уровня 3D-принтера невозможно добиться, создавая модели вручную.



3. Система 3D-печати производит впечатление на клиента. Если в процессе работы над проектом клиент требует внести изменения в дизайн или сомневается в том, как эти изменения по-влияют на общий внешний вид, компания вносит изменения в модель и распечатывает за несколько часов.



#### 6.5. ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ В МЕДИЦИНЕ

По данным исследовательской компании Grand View Research, объем мирового рынка 3D-печати в медицине достигнет \$1,23 млрд к 2020 г. (средний ежегодный рост 2014-2020 составит 15,6%)<sup>103</sup>. Аддитивные технологии уже активно используют в протезировании и стоматологии, так как трехмерная печать позволяет получить протезы и коронки в 3-4 раза быстрее классической технологии создания слепков и ручного изготовления моделей. Активно идет тестирование 3D-печати в создании максимально подходящих по размерам имплантатов и протезов (части черепа, межпозвоночные диски, суставы). 3D-печать позволяет воссоздать точную копию человеческого скелета и отдельных органов, помогая врачам провести тренировку и максимально точно отработать приемы перед операцией (медицинские трехмерные модели







могут быть изготовлены из целого ряда материалов, включая живые органические клетки).

**США:** распечатанное на 3D-принтере бионическое ухо, которое содержит чувствительную к радиоволнам антенну и живые клетки (разработка ученых из Пристонского Университета)<sup>104</sup>

Великобритания: лицевой протез, созданный на 3D-принтере, помог пациенту Эрику Моджеру создать максимально точный протез, скрывающий последствия удаления опухоли в челюстно-лицевом отделе. (протез выполнен Dawood & Tanner Dental Practice) 105

Россия: WEAS robotics (разработчик робототехнических платформ) и Can Touch с помощью 3D-принтера создали первый в РФ механический протез кисти руки. Стоимость протеза руки для ребенка до 10 лет может быть в районе 5-6 тыс. руб. 106

#### 6.5.1. ...

#### 6.5.3. ПРИМЕНЕНИЕ В ОРТОПЕДИИ



**Standard Cyborg** – стартап по разработке и производству протезов для рук и ног. Осуществляет печать протезов на 3D-принтере. Имеется собственное приложение для iPad (взаимодействующее со специальным сканером и ПО), которое позволяет удалённо осуществлять замеры и индивидуализировать протез.

Ключевой продукт – водонепроницаемый протез для ног.

Первые инвестиции – декабрь 2014 г. Резидент YCombinator (Сан-Франциско). Основатели: Jeff Huber (разработчик ПО) и Garrett Spiegel (инженер медицинского оборудования)<sup>111</sup>.

#### Продукция:

- Культеприёмные гильзы и полноценные протезы для рук и ног с различными видами повреждений.
- Ортезы (средства восстановления после травм и операций) для стоп, осанки.







В качестве материала используется углеродное волокно высокого качества для обеспечения прочности и безопасности изделий.

#### Система производства:

- Сканирование конечности через приложение в iTunes, которое отправляет результаты автоматически на Structure Scanner и Design Studio (облачное ПО для дальнейшей обработки скана).
- В получившуюся 3D-модель протеза можно вносить изменения.
- Производство: 3D-печать либо самостоятельно, либо через компанию.

Обещают 3D-печать культеприемной гильзы менее, чем за 2 дня.

**Цена:** \$500.



### 7. 3D-СКАНИРОВАНИЕ

3 D-сканер – устройство, анализирующее физический объект и на основе полученных данных создающее его 3D-модель. 3D-сканер позволяет создать трехмерное изображение любого объекта и проанализировать цифровую информацию о его геометрии, цвете и других параметрах. После 3D-сканирования в цифровую модель можно вносить любые необходимые корректировки.



Основная **цель** 3D-сканирования — создание карты точек поверхности объекта. Последующий процесс реконструкции (экстраполяции) точек позволяет цифровым образом воссоздать формы объекта. Если в процессе сканирования были получены не только координаты точки, но также данные о цвете, то это позволяет воссоздать текстуру поверхности. Кроме того, необходима привязка изображений к единой системе координат. Таким образом, в результате применения этих методов создается полноценная трехмерная модель сканируемого объекта.

Появление современной технологии 3D-сканирования приходится на вторую половину 20 века. Первый 3D-сканер был создан в 1960 г. Тогда технология столкнулась с невозможностью обработки и хранения полученной информации, что ограничивало сферы применения. Развитие технологий позволило создавать и обрабатывать 3D-модели, а 3D-печать увеличила ценность 3D-сканирования, позволив воссоздать отсканированные модели.

3D-сканер – это небольшое электронное устройство, ручное (весом до 2 кг) или стационарное, использующее в качестве подсветки лазер или лампу вспышку. Точность получаемых моделей объектов варьируется от десятков до сотен микрометров. Возможно сканирование с передачей цвета или только формы поверхности.

#### Основные характеристики 3D-сканеров:

- **Точность** характеристика соответствия размеров полученной 3D-модели размерам физического объекта сканирования.
- **Разрешение** размер минимального полигона (расстояния между точками) в полученной модели. То есть дискретизация, с которой оцифровывается объект.
- По **методу сканирования** процесс может быть контактным (контактирует с объектом) и бесконтактным, который в свою очередь разделяется на активное и пассивное сканирование.

Метод	Преимущества	Недостатки
Бесконтактные	•	•
оптические сканеры		

#### 7.1. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-САНИРОВАНИЯ

#### 7.1.1. ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Британская компания **Thames Water** создает цифровые модели водопроводных труб для водоснабжения и водоотведения, для оценки состояния труб и планирования профилактических работ<sup>113,114</sup>.



**Nika Holding** – производитель автомобильных аксессуаров на заказ – создаёт цифровые 3D-модели днищ автомобилей для изготовления индивидуальных ковриков (реверс-инжиниринг)<sup>115</sup>.



Голландская компания **Marinebedrijf Koninklijke Marine** осуществляет техническое обслуживание всех военно-морского флота Нидерландов и фрегатов класса «М» бельгийского флота. Компания также занимается изготовлением запчастей для этих судов и модификацией всех деталей, начиная от корпуса корабля до системы вооружения и двигателей. Использует 3D-сканеры для получения 3D-моделей запчастей, требующих ремонта или замены. Затем используют сканы в процессе реверс-инжиниринга. Далее деталь изготавливают посредством технологии 3D-печати.



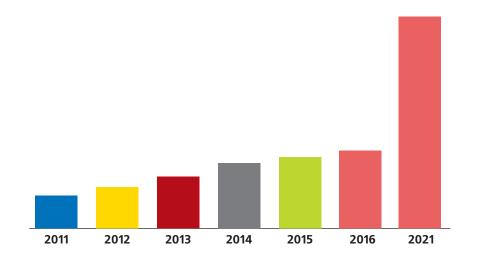
. . .

..

#### 7.2. ОБЪЁМ РЫНКА 3D-СКАНИРОВАНИЯ

#### Объем мирового рынка 3D-сканеров (мир), \$млрд

Источники: Wohlers, Grand View Research, оценка ГК Институт Тренинга - АРБ Про



$$_{2011-16}^{CAGR} = 12,7\%$$

$$_{2016-21}^{CAGR} = 16,4\%$$

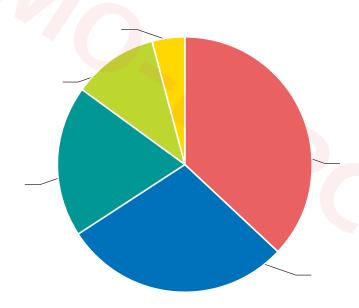
#### Динамика выручки и капитализация игроков на рынке 3D-сканирования

Компания	Страна	Капитализа- ция: сент. 2015	Выручка в 2014, \$млн.	Выручка в 2015, \$млн.	Выручка в 2016, \$млн.	Динамика 2015/14	Динамика 2016/15
Hexagon AB	Швеция						
Faro Technologies	США						
Trimble Navigation Ltd.	США						
Topcon Corporation	Япония						
3D Digital Corporation	США						
Perceptron Inc.	США						

Источники: отчётность компаний

#### Структура мирового рынка 3D-сканирования по регионам, 2015 г.

Источник: Grand View Research



Мировые лидеры отрасли 3D-сканирования

• Пластическая хирургия.

1. ...

#### 7.3.2. FASHION-ИНДУСТРИЯ



Сканер выполнен в виде примерочной комнаты и установлен в модном магазине New Look в лондонском ТЦ Westfield Stratford

**Задача:** мгновенно подобрать клиенту наиболее точно под-ходящие ему по размеру вещи из ассортимента.

#### Преимущества использования:

- 1. Существенное сокращение времени проведения антропометрических измерений.
- 2. Возможность накопления статистических данных для дальнейшей разработки структуры ассортимента для различных целевых групп.
- 3. Сокращение времени создания реальных прототипов одежды на 20%.

#### 7.3.3. ПРОИЗВОДСТВО

Производство стало первой отраслью, внедрившей трёхмерное сканирование в повседневную работу. Практически в каждой отрасли промышленности на самых технологически оснащенных предприятиях используются 3D-сканеры. Учёт применения устройств в этой отрасли крайне сложен, т.к. каждое предприятие ищет новые способы применения данной технологии.

#### Применение:

- Сохранение прототипов изделия.
- Возможность массового производства уникальных, сделанных вручную изделий.

## gom

Год основания: 1990 Сотрудники: 400+

Контакты:

ЦО: Брауншвейг, Германия http://www.gom.com/index.html Филиалы: Бенилюкс и Левен (Бельгия), Цюрих (Швейцария), Париж (Франция), Ковентри (Великобритания) и др.

GOM gmbH – производитель оптического измерительного оборудования, одна из ведущих европейских компаний по версии «3D Today», деятельность которой посвящена, в том числе, разработке и производству 3D-сканирующих систем.

#### Специализация:

3D-сканирование, автоматизированная оптическая метрология, 3D координатное измерение, контроль качества, 3D-контроль, 3D анализ движения, тестинг материалов и моделей, 3D программное обеспечение и 3D-метрология

#### О компании:



Рисследовании компаний, которые смогли построить бизнес на компетенциях в 3D-печати, ГК «Институт Тренинга – АРБ Про» выбрала **5 игроков с контрастными бизнес-идеями**. Ключевой критерий отбора – концентрация на работе с одним ключевым рыночным сегментом или аудиторией (из выборки исключены компании, предоставляющие онлайн- и офлайн-сервисы по 3D-печати без специализации на конкретном продукте).



Sandboxr (Солт Лэйк Сити, Юта, США)

Идея: печать героев и моделей из популярных виртуальных игр.

Веб-сайт: http://sandboxr.com/

**Рыночный потенциал:** По данным Newzoo Data Explorer, в США, Китае, Ю. Корее и РФ возраст 70-80% игроков мобильных приложений – работающие люди старше 21 года<sup>133</sup>.

**Решение**: компания предлагает фанатам и любителям компьютерных игр создать фигуру любимого игрового персонажа с возможностью персонификации в онлайн-редакторе (браузер, мобильное приложение): выбрать позу, цвет, форму, нанести надпись и т.п.

Происхождение идеи: увлечение основателя компании играми и игровыми персонажами.

**Устройство для печати:** 3D-принтеры с полноцветным набором материала от компании 3D Systems – Advanced Technology ColorJet серии ProJet x60.

#### История компании:

1 февраля 2013 — Sandboxr представила на американском рынке ПО для 3D-печати. Уникальность приложения позволяет конечному пользователю варьировать множество настроек 3-х мерной фигуры: выражение лица, движения, оружие и т.п.

Апрель 2013 — кампания на платформе Kickstarter завершилась, финансовая цель не достигнута — собрано \$23 тыс. из требуемых \$125 тыс.

Август 2014 — соглашение с ChAIR Entertainment о создании коллекций героев игры Infinity Blade.

Июль 2015 — в партнерстве с компаниями 3D Systems и Amazon запущена площадка для покупателей Amazon. Покупатели могут создать, отправить на печать и заказать доставку фигурки любимого героя. Доступны персонажи из 35 наиболее популярных игр. Стоимость фигурки зависит от размера: от \$29,99 до \$89,99.

Август 2016 — был приобретен компанией **whiteclouds**, которая разрабатывает персонализированные софт, технологии, готовые решение и аппаратное обеспечение в области 3D-printing (причиной покупки стало желание оставаться лидером в области решений для индустрии развлечений и стремление к диверсификации, а причиной продажи — желание объединить технологии)<sup>134</sup>.

- ...

- .
- •
- •
- •
- •



Food Ink. – стартап – первый ресторан, подающий 3D-еду.

Основан в 2016 г.

Центральный офис: Лондон, Великобритания

Контакты: http://foodink.io/

#### Основатель:

Antony Dobrzensky – доктор юриспруденции, окончил Queen's University. Основатель двух инвестиционных фондов RybnaCosmo (инвестиции в недвижимость в Чехии, закрыт в 2017 г.) и 3DFP ventures, основная цель которая инвестиции в производство 3D-принтеров.

#### Решение:

С помощью 3D-принтеров byFlow (<a href="http://3dbyflow.com/">http://3dbyflow.com/</a>) основатель компании начал подавать в ресторанах первую в мире еду, сделанную на 3D-принтерах. Развитие компании началось с демонстрации нового вида кухни в одном из ресторанов Нидерландов. Успех



WhiteCLouds – стартап – облачная платформа для 3D, позволяющая создавать персонализированные продукты для компаний.

Основан в 2013 г. Центральный офис: Огден, Юта.

Контакты: https://www.whiteclouds.com

#### Основатель:

Jerry Ropelato. CEO и основатель компании, имеющий 30-летний опыт работы в производственной и Интернет медиа сферах, а также опыт развития технологичных продуктов. До ос-

214