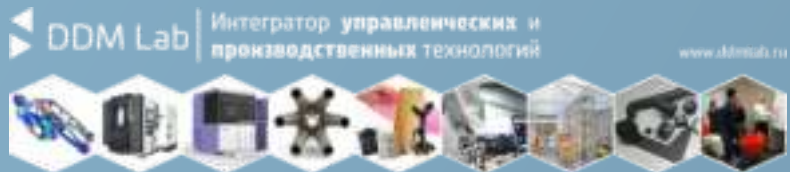




СОВРЕМЕННОЕ  
ОБОРУДОВАНИЕ



APKATA

# Как приручить дракона аддитивных технологий?

Дмитрий Трубашевский,  
руководитель подразделения «Аддитивные технологии»  
ООО «Современное оборудование»  
+7 916 950-21-89 | [sales@ddmlab.ru](mailto:sales@ddmlab.ru) | [www.ddmlab.ru](http://www.ddmlab.ru)







**Все чаще мы слышим:**

**ЦАТ**

**«аддитивка»**

**3d-печать**

**гибриды**

**проверка концепции**

*быстрое  
прототипирование*

**генеративный дизайн**

**ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ**

**агрегация**

**«цифровые  
фабрики»**

*прямое цифровое  
производство*

*многоматериальная  
печать*

**4d**

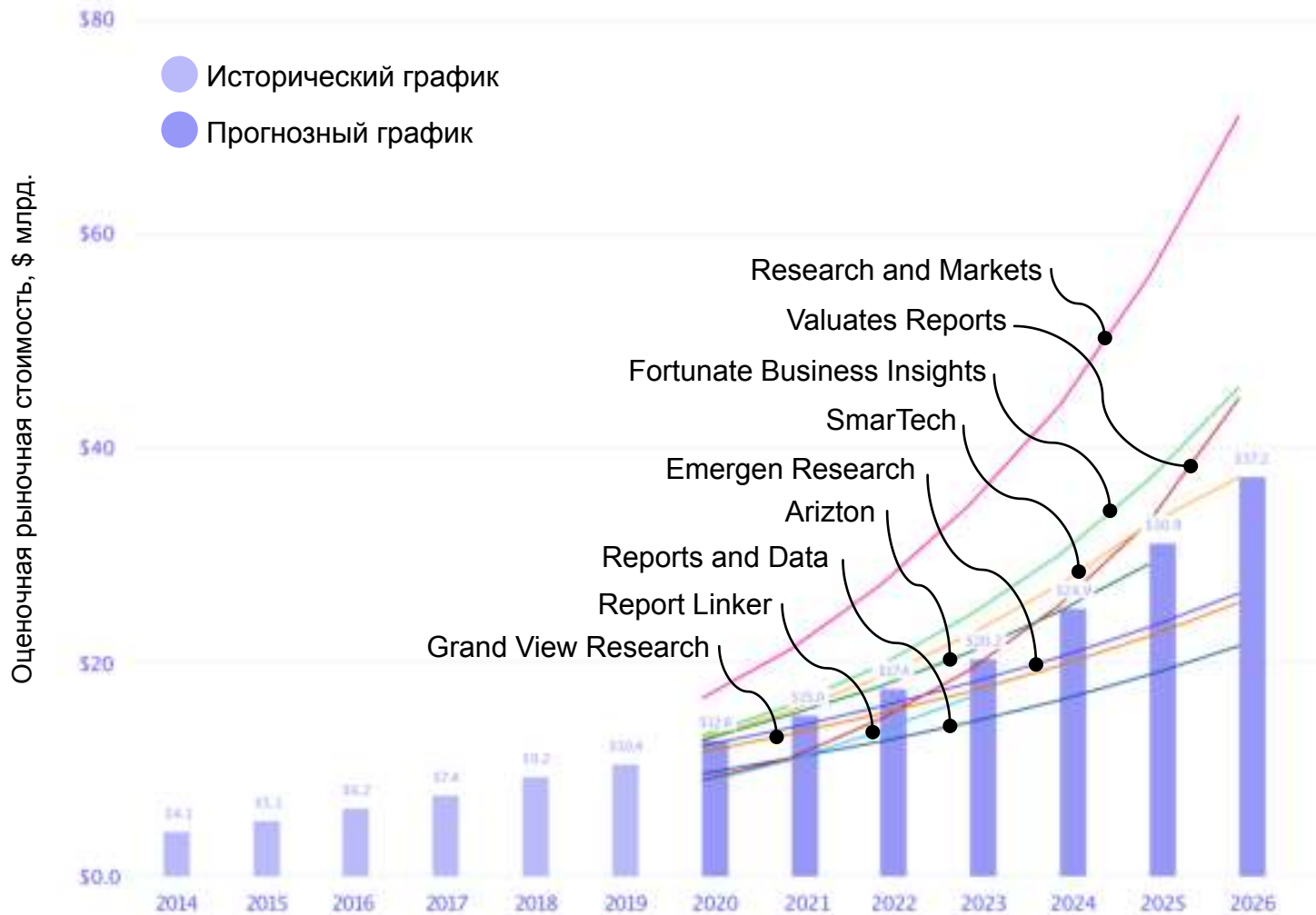
**аддитивные технологии**

**кластеры**

**сотовые структуры**

**INDUSTRY 4.0**





⋮ К 2026 году рынок АП может достигнуть **\$37,2 млрд.**

⋮ АП больше не следует рассматривать только как технологию быстрого прототипирования (RP)

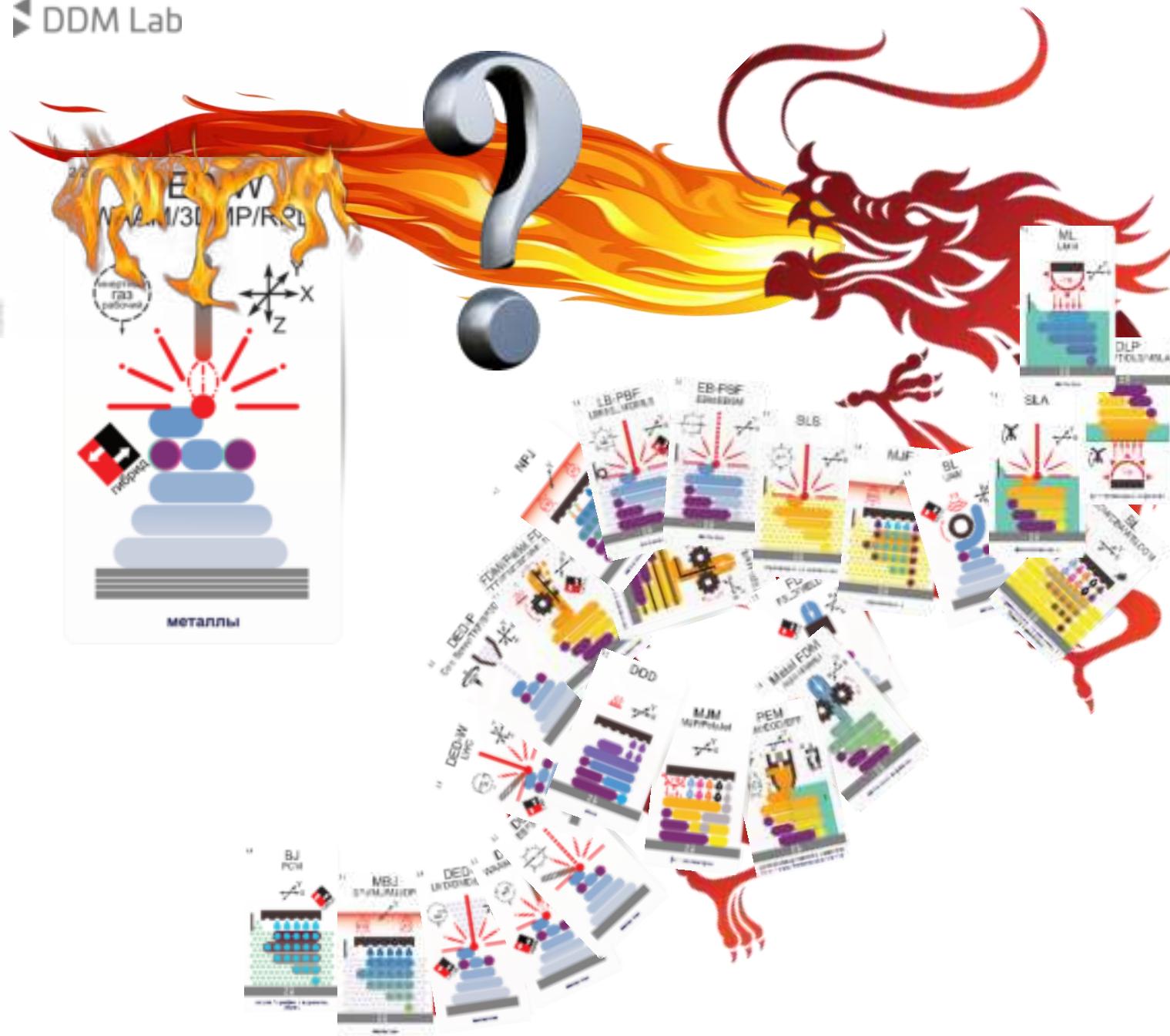
⋮ **73%** машиностроительных предприятий уже используют АП в своем производстве

⋮ Доля РФ в общем объеме потребления – **1-1,5%**

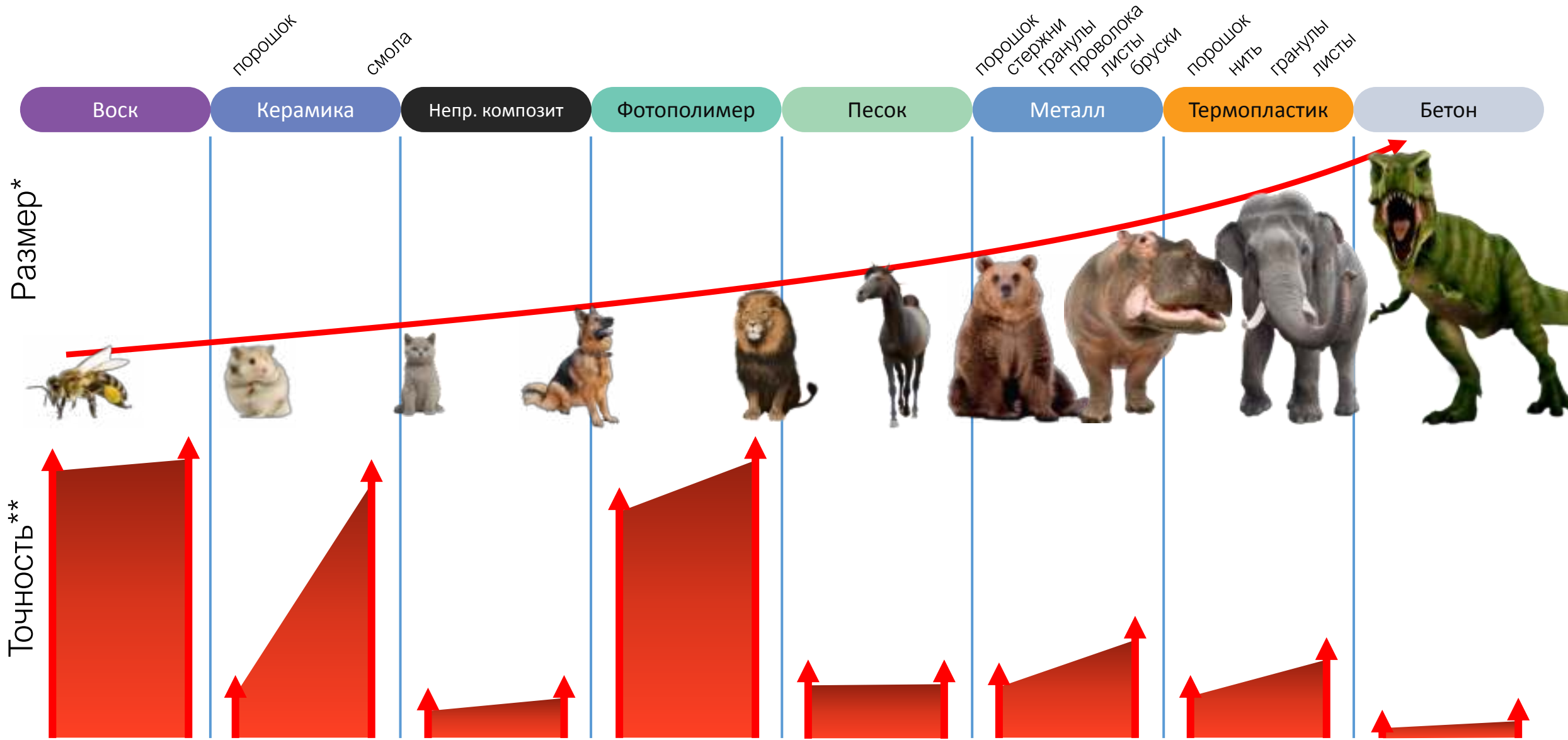
Пояснения:

Приведенный исторический график является усредненным по данным отчетов Associates Wohler и SmarTech. Прогнозируемый график построен на основе данных крупнейших мировых агентств.

Источник: Hubs (Protolab)/Минпромторг РФ



- Отраслевые решения
- Производственная специализация
- Область применения
- Материалы
- Технологии предприятия
- Размеры
- Точность
- Качество
- Дополнительная обработка
- Эксплуатационные характеристики
- Прототип/оснастка/конечное изделие
- ...



Типы процесса по национальному стандарту Российской Федерации:

1

**Струйное нанесение связующего:** процесс аддитивного производства, в котором порошковые материалы соединяются выборочным нанесением жидкого связующего.

2

**Прямой подвод энергии и материала:** процесс аддитивного производства, в котором энергия от внешнего источника используется для соединения материалов путем их сплавления в процессе нанесения.

3

**Экструзия материала:** процесс аддитивного производства, в котором материал выборочно подается через сопло или жиклер.

4

**Струйное нанесение материала:** процесс аддитивного производства, в котором изготовление объекта осуществляют нанесением капель строительного материала.

5

**Синтез на подложке:** процесс аддитивного производства, в котором энергия от внешнего источника используется для избирательного спекания/сплавления предварительно нанесенного слоя порошкового материала.

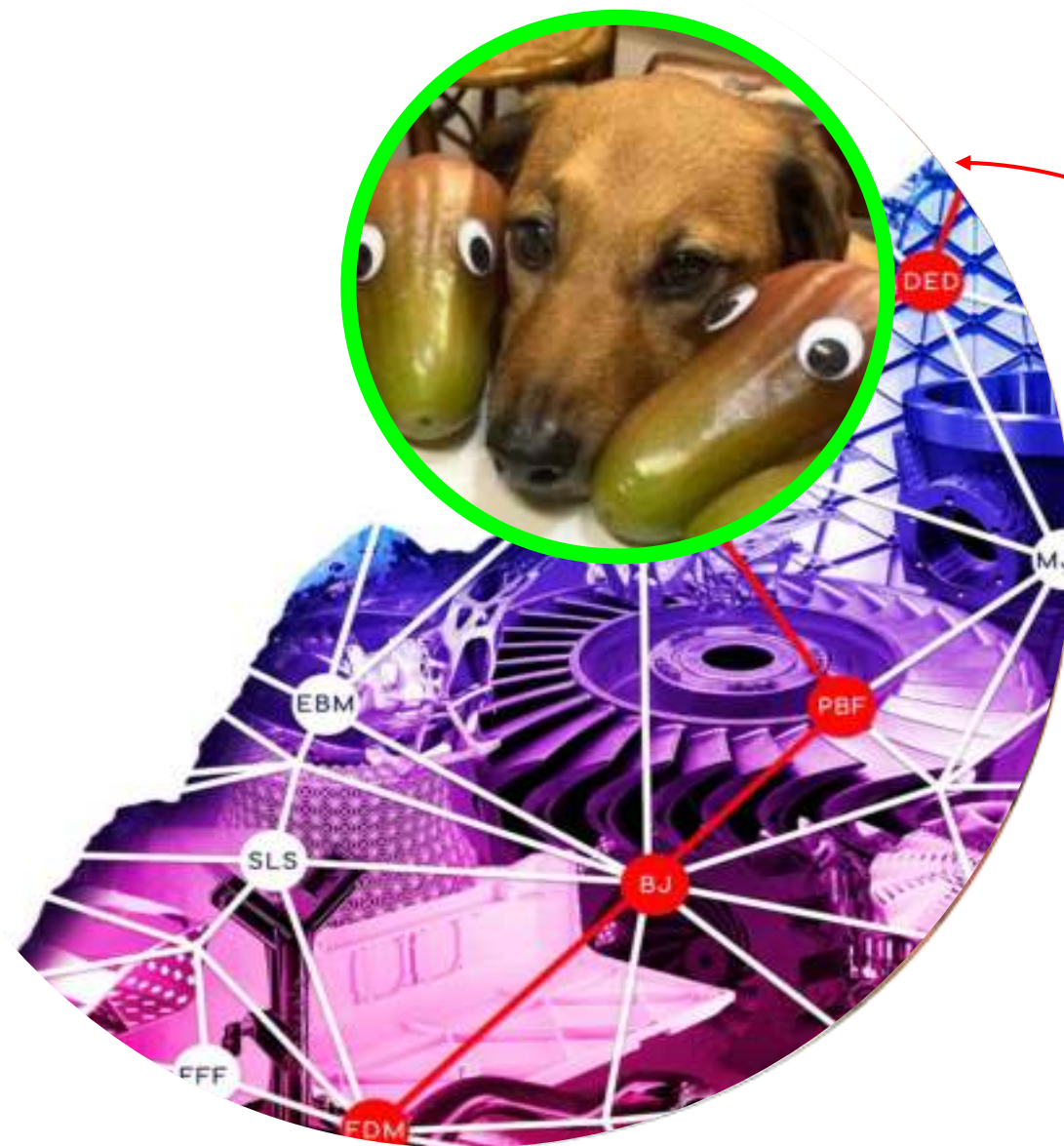
6

**Листовая ламинация:** процесс аддитивного производства, в котором изготовление детали осуществляется послойным соединением листовых материалов.

7

**Фотополимеризация в ванне:** процесс аддитивного производства, в котором жидкий фотополимер выборочно отверждается (полимеризуется) в ванне световым излучением.





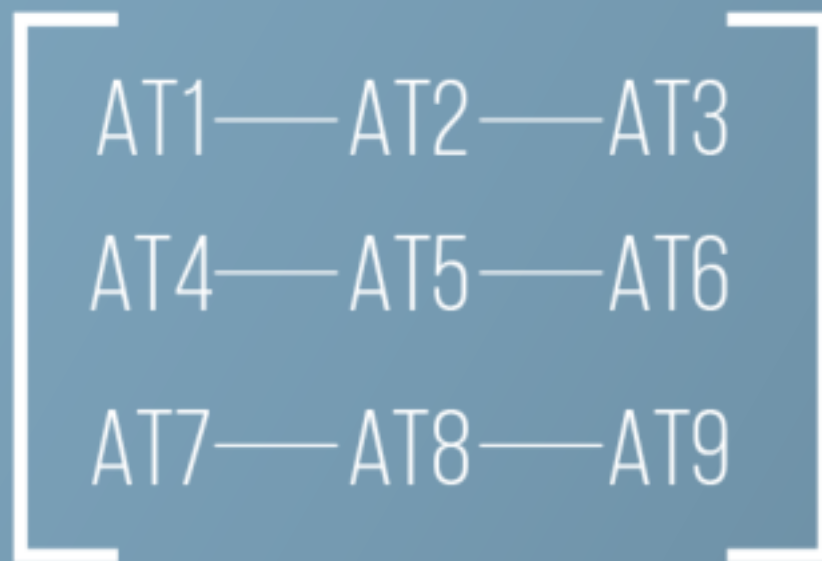
Какая же АТ станет наиболее прорывной для вашего предприятия?

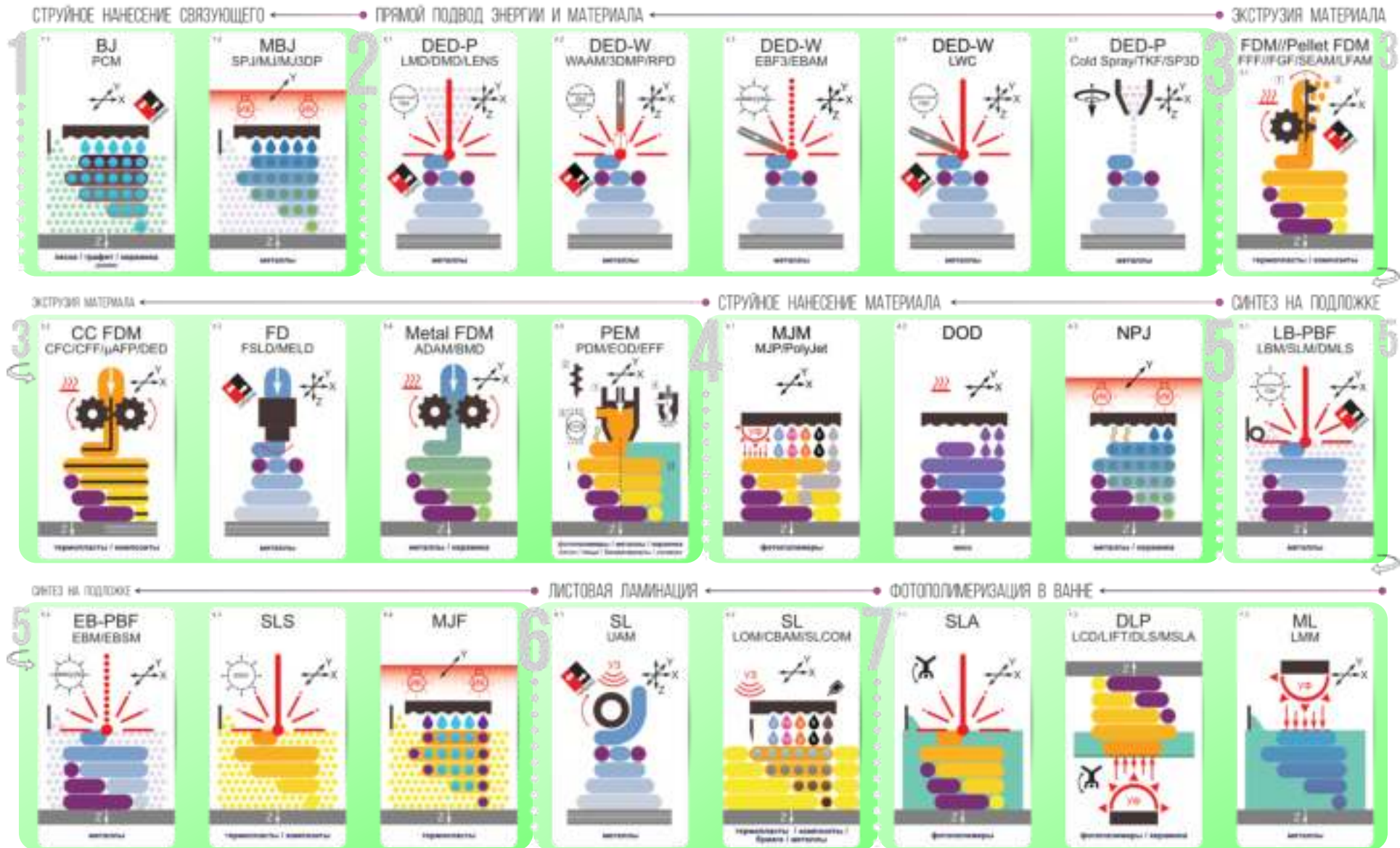




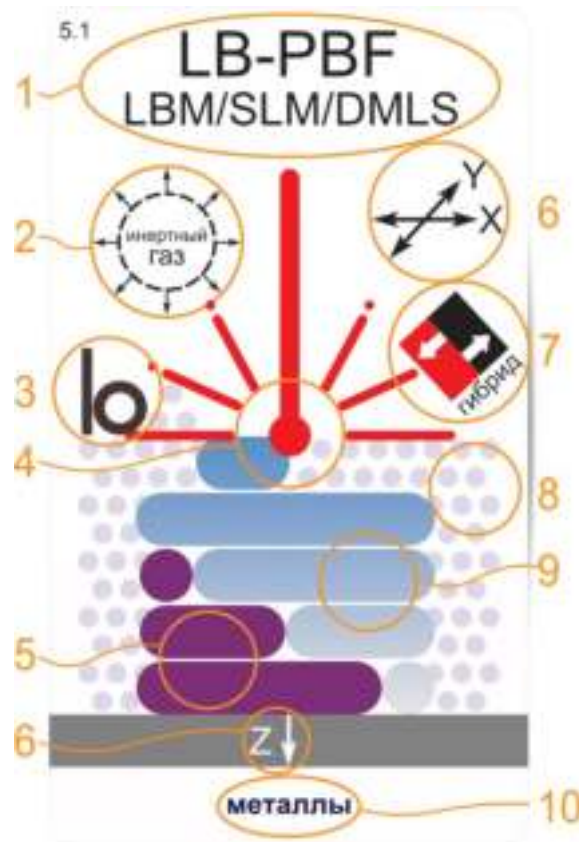


# СИСТЕМА.





Система включает в себя визуализацию:



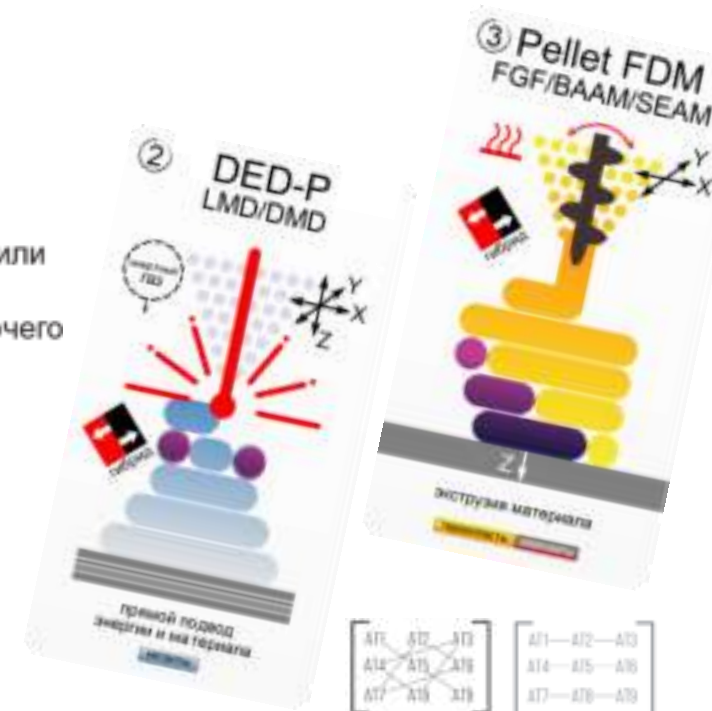
1. Общепринятых и запатентованных аббревиатур технологии;
2. Применения вакуума или инертного газа в камере построения;
3. Способа нанесения материалов;
4. Способа нанесения/отверждения материалов;
5. Наличия и сложности поддерживающих структур;
6. Осей движения головки, платформы построения или стола;
7. Возможности гибридного использования с классическими технологиями (к примеру - субтрактивной, лезвийной металлообработки, гибки, формообразования);
8. Формы модельных материалов: гранулы, нить, паста, порошок, жидкотекучие, проволока, лист, и др.;
9. Сложности изделий из модельных материалов: простая, средняя, высокая;
10. Вида модельных материалов: термопласты, фотополимеры, композитные материалы, керамика, воск, металлы, и др.;
11. Возможностей многокомпонентной, мультиматериальной и многоцветной печати (здесь не показано);
12. Других особенностей и элементов технологий.



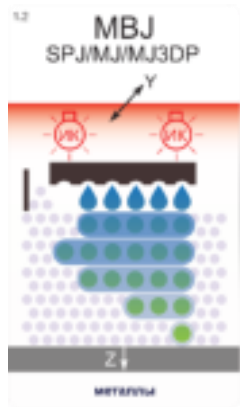
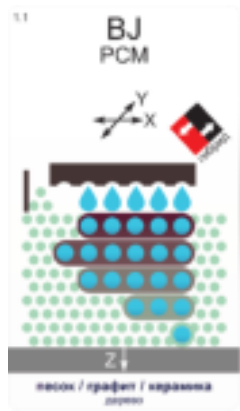
- Испарение/сушка
- Инфракрасное излучение
- Ультразвуковой источник
- Высокотемпературный нагрев
- Ультрафиолетовое излучение
- Направляющее колесо
- Электроннолучевое излучение
- Лазерное излучение
- Сверхзвуковой источник
- Прижимной валик
- Многосопловая головка
- Шнек
- Винтовой насос
- Плавящийся электрод или подводимая проволока
- Пневматический насос
- Шпиндельный узел для ротационной сварки трением
- Электрическая дуга
- Рабочая среда и направление распространения
- Порошковая композиция/гранулы (термопластик, композит, металл, песок)
- Микрокапельное распыление материала, в т.ч. композитное смешивание
- Микрокапельное распыление цветного материала
- Комбинация: связующий материал/цветовая палитра/модельный материал
- Комбинация: поддерживающая структура/модельный материал
- Комбинация: поддерживающая структура-монолит/модельный материал

- Армированный композитом термопластик
- Разравнивающий нож (ракель)/ролик
- Резак
- Направление вращения
- Координаты перемещения рабочего органа
- Гибридные устройства
- Жидкотекучая среда
- Направление движения стола с платформой построения
- Вращающийся стол (2-х, 3-х осевой)
- Обратное исполнение рабочего органа
- Нагрев
- Клеящий состав

- I / II Вариант среды
- | Граница варианта среды или рабочего органа
- 1 Вариант исполнения рабочего органа
- FEP пленка



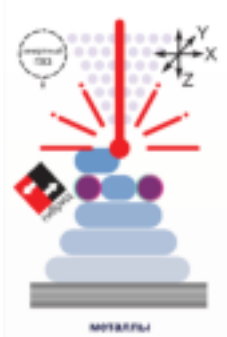
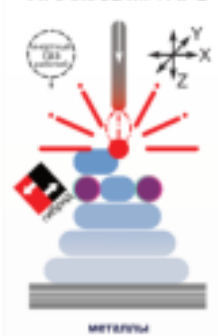
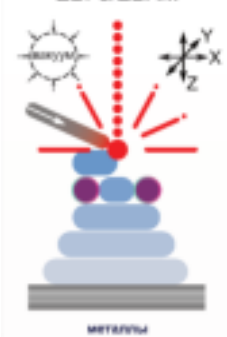
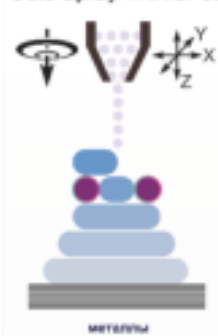
A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19
A14	A15	A16	A17	A18	A19	A11	A12	A13
A17	A18	A19	A11	A12	A13	A14	A15	A16
A17	A18	A19	A11	A12	A13	A14	A15	A16



- **BJ** – англ. Binder Jetting
- **PCM** – безмодельное литейное производство (англ. Patternless Casting Manufacturing). Разработано Guangdong Fenghua Zhuoli Technology Co., Ltd
- **MBJ** – струйная печать из металлического порошка со связующим веществом (англ. Metal Binder Jetting)
- **MJ** – струйная печать из металлического порошка со связующим веществом (англ. Metal Jet). Разработано HP, Inc.
- **MJ3DP** – струйная печать из металлического порошка со связующим веществом (англ. Metal Jet 3D printing)
- **SPJ** – струйная печать из металлического порошка со связующим веществом (англ. Single Pass Jetting). Разработано Desktop Metal, Inc.

Популярные  
аббревиатуры



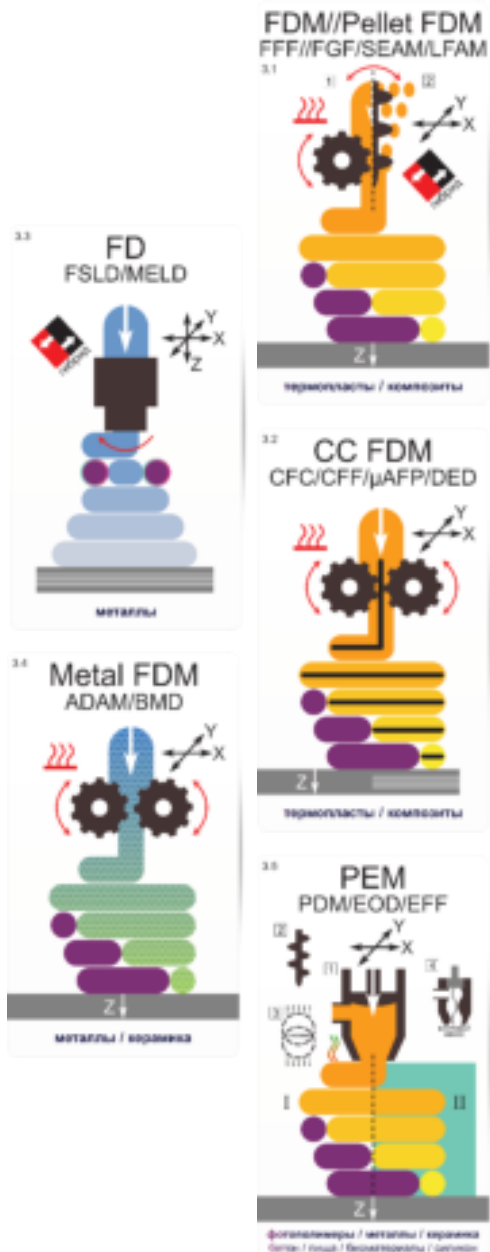
21 DED-P  
LMD/DMD/LENS22 DED-W  
WAAM/3DMP/RPD23 DED-W  
EBF3/EBAM25 DED-P  
Cold Spray/TKF/SP3D24 DED-W  
LWC

- **DED-P** – осаждение газопорошковой струи при помощи направленного энергетического воздействия (англ. Powder Direct Energy Deposition)
- **DMD** – прямое осаждение металла (англ. Direct Metal Deposition)
- **LENS** – англ. Laser Engineering Net Shape. Разработано Optomec, Inc.
- **LMD** – лазерное осаждение металла (англ. Laser Metal Deposition)
- **DED-W** – наплавка металлической проволокой (англ. Wire Direct Energy Deposition)
- **WAAM** – электродуговое проволочное аддитивное производство (англ. Wire Arc Additive Manufacturing)
- **3DMP** – металлическая 3D-печать (англ. 3D Metal Print). Разработано GEFERTEC GmbH
- **RPD** – быстрая плазменная наплавка проволокой (англ. Rapid Plasma Deposition)
- **DED-W** – наплавка металлической проволокой (англ. Wire Direct Energy Deposition)
- **EBAM** - электронно-лучевая плавка проволокой (Electron Beam Additive Manufacturing).
- **EBF3** – электронно-лучевая плавка проволокой (англ. Electron-Beam Freeform Fabrication). Разработано NASA
- **DED-W** – наплавка металлической проволокой (англ. Wire Direct Energy Deposition)
- **LWC** – лазерная наплавка проволокой (англ. Laser Wire Cladding)
- **DED-P** – осаждение газопорошковой струи при помощи направленного энергетического воздействия (англ. Powder Direct Energy Deposition)
- **Cold Spray** – холодное газодинамическое напыление (с англ.)
- **TKF** – холодное газодинамическое напыление (англ. Titomic Kinetic Fusion). Разработано Titomic, Ltd.
- **SP3D** – холодное газодинамическое напыление (англ. Supersonic 3D Deposition). Разработано SPEE3D (Elementum 3D)

Популярные  
аббревиатуры



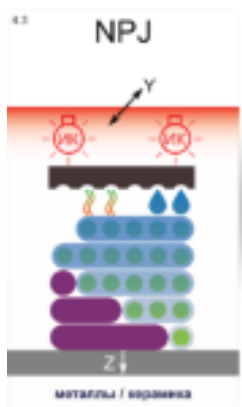
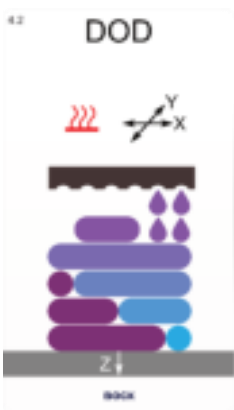




- **FDM** – моделирование методом послойного наплавления материала (англ. Fused Deposition Modeling). Разработано Stratasys, Inc.
- **Pellet FDM** – моделирование методом послойного наплавления материала из гранул (англ. Pellet Fused Deposition Modeling)
- **BAAM** – аддитивное производство большой площади (англ. Big Area Additive Manufacturing). Разработано Cincinnati, Inc.
- **FFF** – изготовление из расплавленной нити (англ. Fused Filament Fabrication)
- **FGF** – экструзия гранулированного материала (англ. Fused Granular Fabrication)
- **LFAM** – аддитивное производство больших размеров (англ. Large Format Additive Manufacturing)
- **LSAM** – аддитивное производство больших размеров (англ. Large Scale Additive Manufacturing). Разработано Thermwood Corp.
- **SEAM** – аддитивное производство со шнековой экструзией (англ. Screw Extrusion Additive Manufacturing). Разработано CMS S.p.A.
- **CC FDM** – ко-экструзия непрерывного композитного волокна (англ. Carbon Continuous Fused Deposition Modeling)
- **CFC** – ко-экструзия непрерывного композитного волокна (англ. Composite Filament Co-extrusion). Разработано Anisoprint LLC
- **μ AFP** – микроавтоматизированная укладка
- композитного волокна (англ. Micro Automated Fiber Placement). Разработано Desktop Metal, Inc.
- **FD** – ротационная сварка трением (англ. Friction Deposition)
- **FSLD** – осаждение слоев трением (англ. Friction Surfacing Layer Deposition)
- **MELD** – англ. MELD. Разработано MELD Manufacturing, Inc.
- **Metal FDM** – послойное наплавление металлополимерной композиции (англ. Metal Filament Fused Deposition Modeling)
- **Metal Pellet FDM** – послойное наплавление гранулированной металлополимерной композиции (англ. Metal Pellet Fused Deposition Modeling)
- **ADAM** – атомно-диффузионное аддитивное производство (англ. Atomic Diffusion Additive Manufacturing). Разработано Markforged, Inc.
- **BMD** – осаждение металла со связующим (англ. Binder Metal Deposition). Разработано Desktop Metal, Inc.
- **PEM** – моделирование осаждением пасты (англ. Paste Extrusion Modeling)
- **EFF** – экструзионное свободное формование (англ. Extrusion Free-forming)
- **EOD** – экструзия по требованию (англ. Extrusion-On-Demand)
- **PDM** – моделирование осаждением пасты (англ. Paste Deposition Modeling)

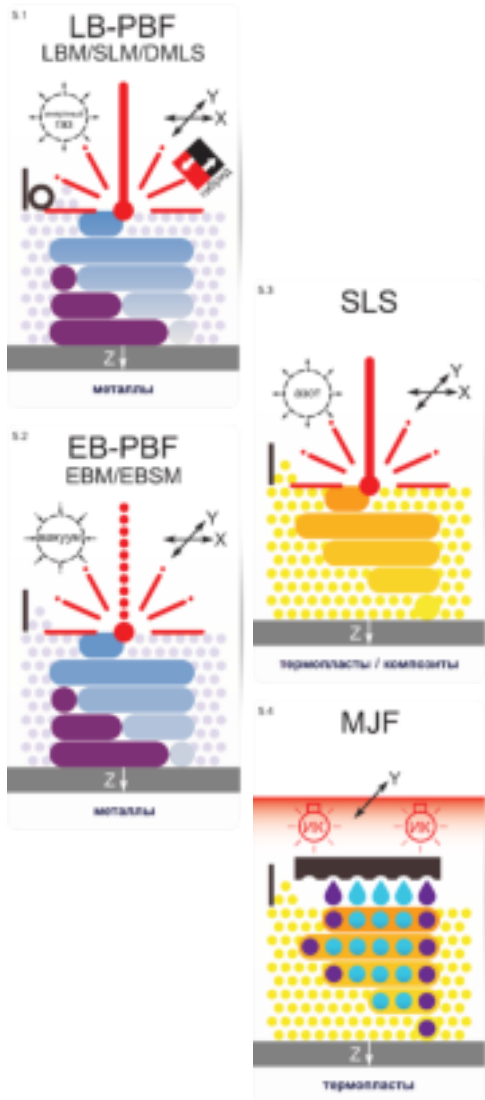
Популярные  
аббревиатуры





- **MJM** – многоструйная печать (англ. Multi Jet Modelling)
- **MJP** – многоструйная печать (англ. MultiJet Printing)
- **PolyJet** – англ. PolyJet. Разработано Stratasys, Inc.
- **DOD** – осаждение по требованию (англ. Drop-on-Demand)
- **NPJ** – процесс струйной печати наночастицами материалов (англ. NanoParticle Jetting). Разработано XJet, Ltd.

Популярные  
аббревиатуры



- **LB-PBF** – лазерное плавление на подложке (англ. Laser Beam Powder Bed Fusion)
- **LBM** – лазерное плавление (англ. Laser Beam Melting)
- **SLM** – выборочное лазерное плавление (англ. Selective Laser Melting). Разработано SLM Solutions Group AG
- **DMLS** – прямое лазерное спекание металлов (англ. Direct Metal Laser Sintering)
- **EB-PBF** – электронно-лучевая плавка на подложке (англ. Electron Beam Powder Bed Fusion)
- **EBM** – электронно-лучевая плавка (англ. Electron Beam Melting). Разработано Arcam AB
- **EBSM** – выборочная электронно-лучевая плавка (англ. Electron Beam Selective Melting). Разработано Tianjin SciTsinghua QuickBeam Tech.Co., Ltd.
- **PBF** – синтез на подложке (англ. Powder Bed Fusion)
- **SLS** – выборочное лазерное спекание (англ. Selective Laser Sintering)
- **MJF** – многоструйное спекание (англ. Multi Jet Fusion). Разработано HP, Inc.

Популярные  
аббревиатуры

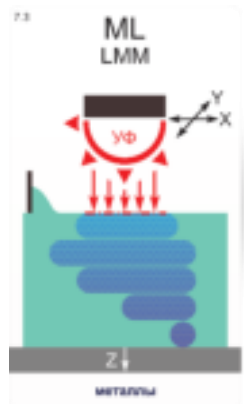
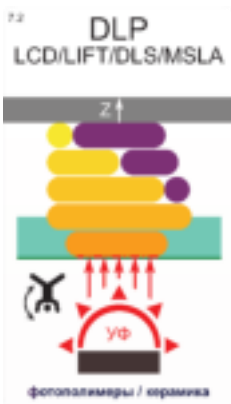
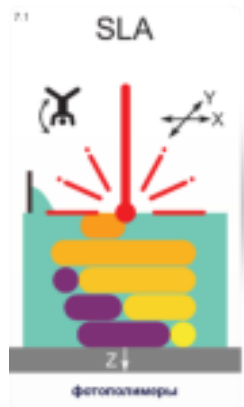






- **SL** – листовая ламинация (англ. Sheet Lamination)
- **UAM** – ультразвуковое аддитивное производство (англ. Ultrasound Additive Manufacturing). Разработано Fabrisonic LLC
- **SL** – листовая ламинация (англ. Sheet Lamination)
- **LOM** – производство из листовых материалов (англ. Laminated Object Manufacturing)
- **CBAM** – аддитивное производство на основе композитов (англ. Composite-based Additive Manufacturing). Разработано Impossible Objects, Inc.
- **SLCOM** – листовая ламинация, аддитивное производство на основе композитов (англ. Selective Lamination Composite Object Manufacturing). Разработано EnvisionTEC, Inc.

Популярные  
аббревиатуры



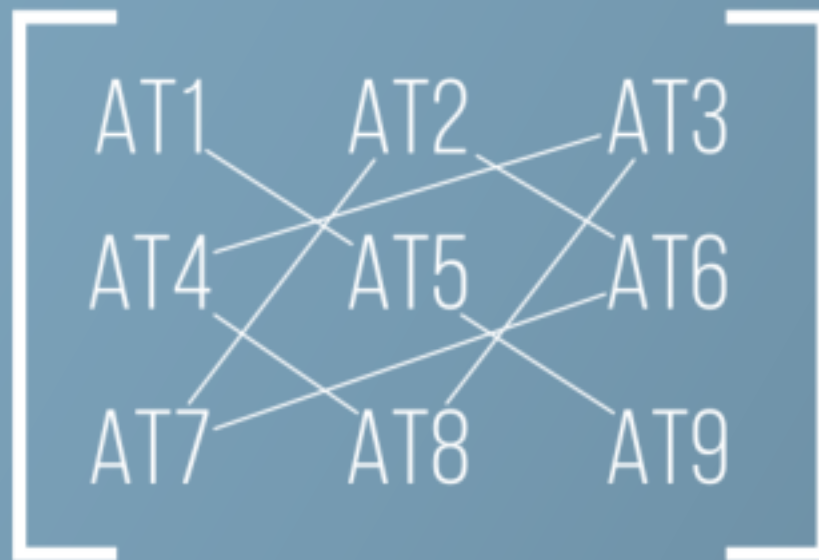
- **SLA** – стереолитография (англ. Stereolithography). Разработано 3d Systems, Inc.
- **DLP** – цифровая обработка света (англ. Digital Light Processing)
- **LCD** – печать с использованием жидкокристаллического дисплея (англ. Liquid Crystal Display)
- **LIFT** – печать проецированием лазерной маски (англ. Light Initiated Fabrication Technology). Разработано Coobx AG
- **Carbon DLS** – цифровой синтез света (англ. Carbon Digital Light Synthesis). Разработано Carbon, Inc.
- **MOVINGLight** – англ. MOVINGLight. Разработано Prodways Group
- **MSLA** - масочная стереолитография (англ. Masked Stereolithography)
- **ML** – литографическая печать металлов (англ. Metal Lithography)
- **LMM** – литографическое производство из металлов (англ. Lithography-based Metal Manufacturing). Разработано Incus GmbH

Популярные  
аббревиатуры





# МАТРИЦА. СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ





1

ТЕХНОЛОГИЯ	LB-PPF LBM/LBM/SLM	EB-PPF EBM/EBM	DED-P LMD/MD/SLM	DED-W WAM/SLM/PPF	DED-W ES/PPF/AM	MRJ SPAM/LOOP	DED-W CWC	DED-P CWC Spray/TP/PPF	Metal FDM ADAM/AM	FD FDM/SLM	SL LAM	NPJ
ОТРАСЛЬ												
***1. МЕДИЦИНА ***2. СТОМАТОЛОГИЯ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
АВИАЦИЯ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
МАШИНОСТРОЕНИЕ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
***3. МЕТАЛЛУРГИЯ ***4. КОСМИЧЕСКОЕ ДЕЛО	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
НАУКА ОБРАЗОВАНИЕ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
НЕФТЕГАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ ЭНЕРГЕТИКА	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
ОБОРОНА	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ОТРАСЛЬ												
ТЕХНОЛОГИЯ	BJ PCM	FDM/PPF/SLM FDM/PPF/SLM/AM	SLS	SLA	DLP LED/LIFT/SLM/AM	DOO	MJM MJP/PPF/AM	MJF	CC FDM COC/PP/LAM/PPF	SL LMD/AM/SLM	PEM PPM/DOO/PPF	ML LAM

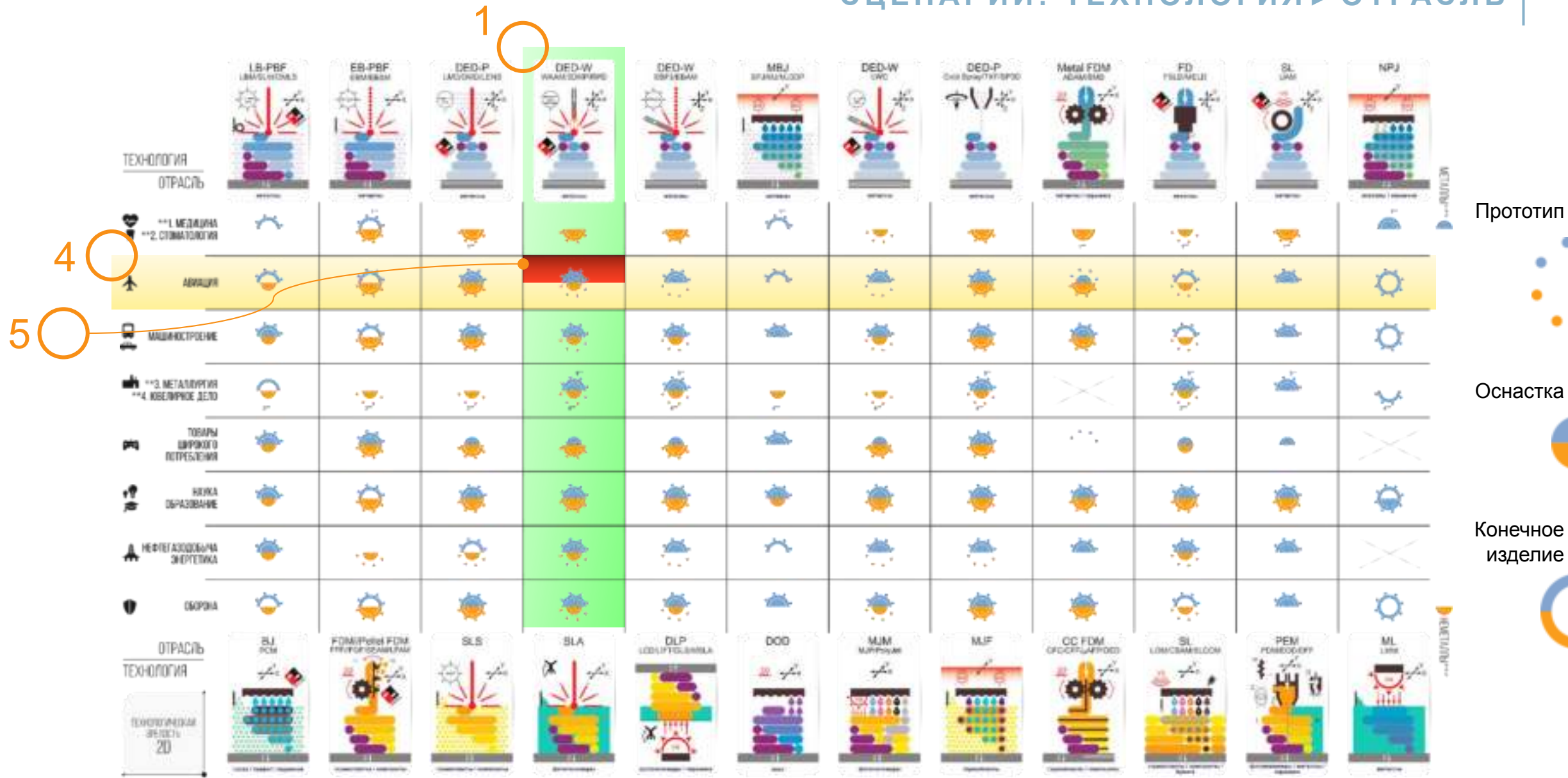
Прототип

Оснастка

Конечное изделие

2

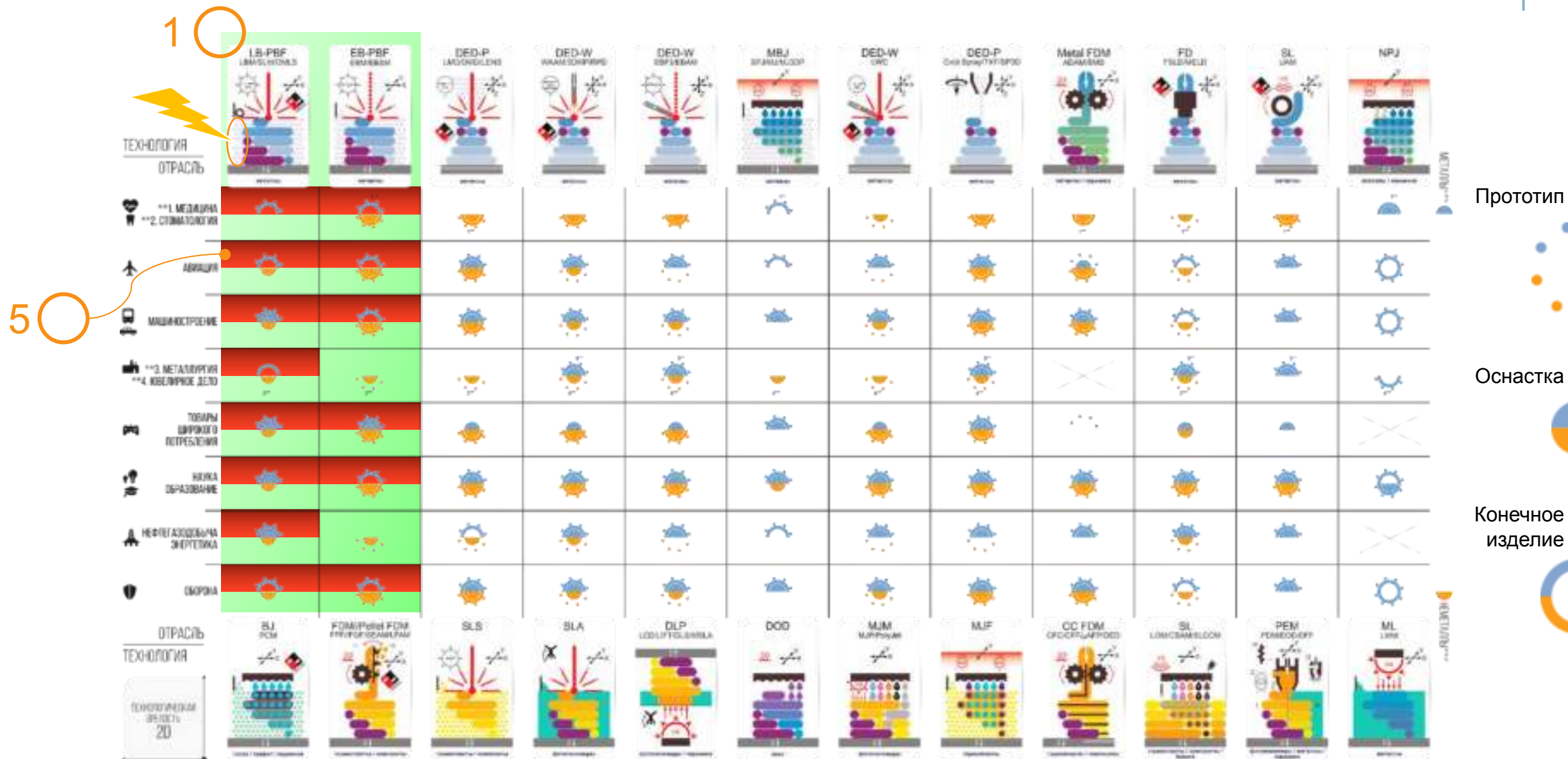
1. Выбор#1 - спектр металлических технологий 3DP (салатовая)
2. Технологическая зрелость (серая)



1. Выбор#1 - спектр металлических технологий 3DP (салатовая)

4. Отрасль (оранжевая)

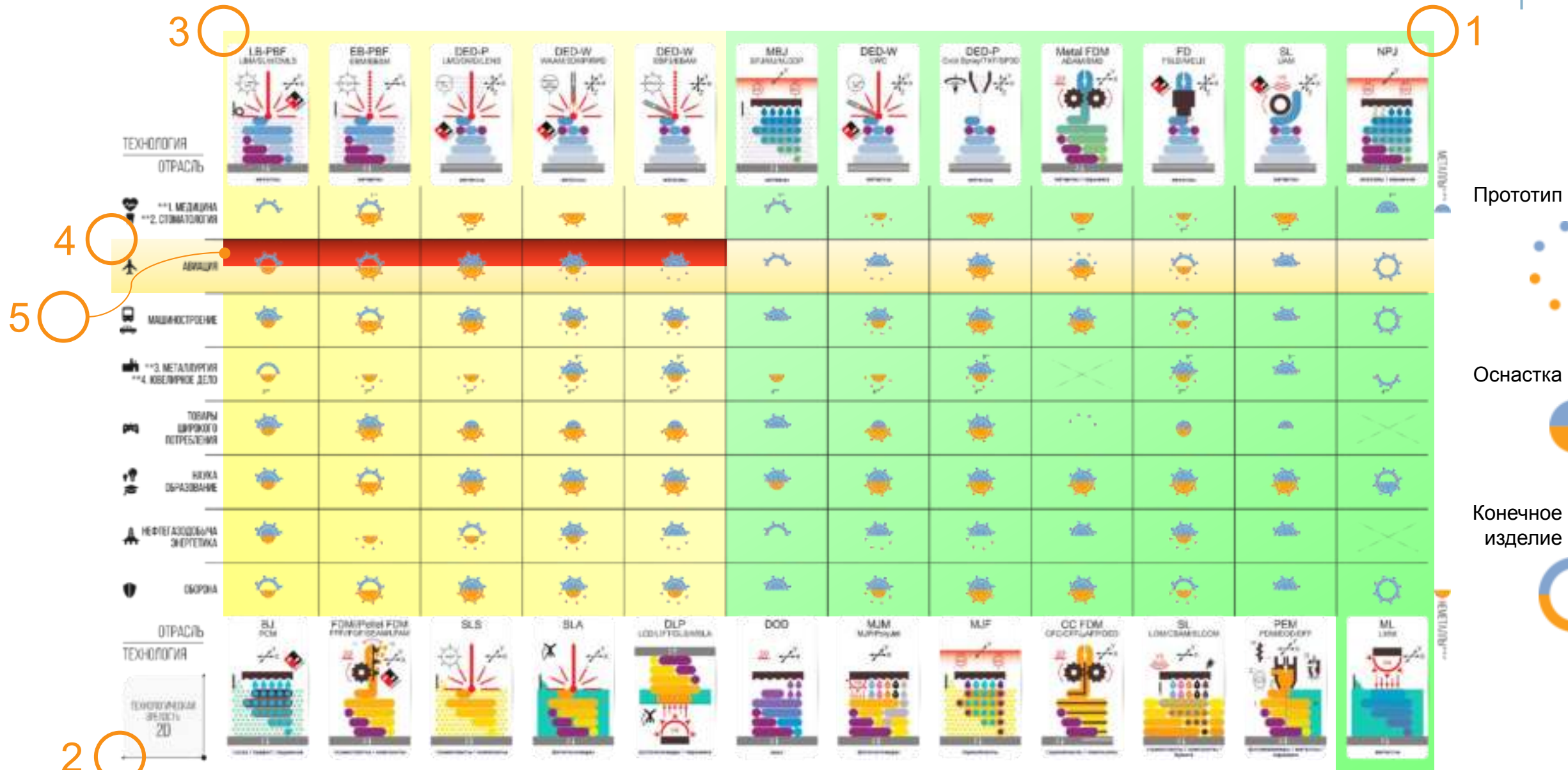
5. Пиктограммы прототипа, оснастки, конечного изделия (красная)



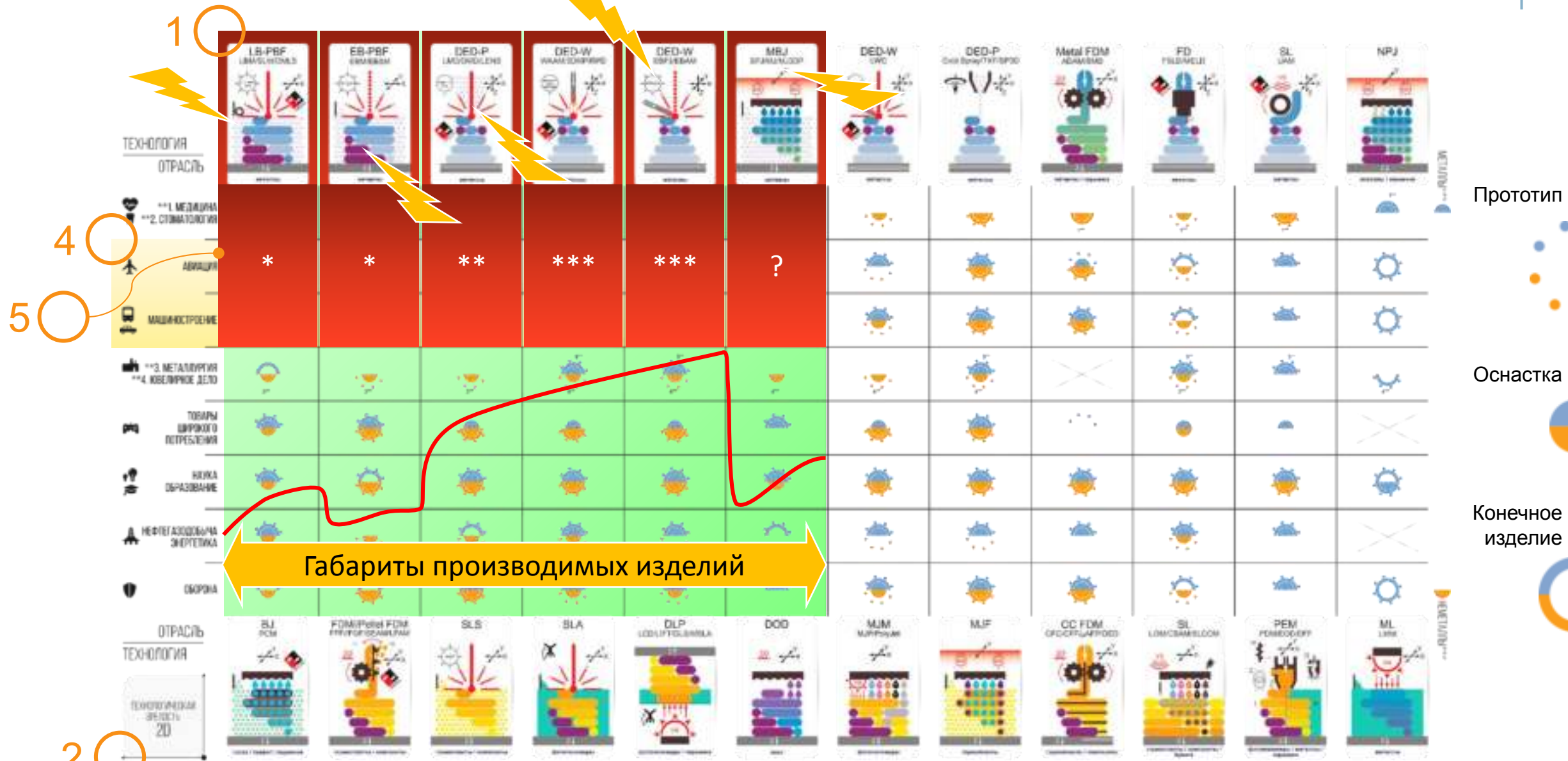
1. Выбор#1 - спектр металлических технологий 3DP (салатовая)

5. Пиктограммы прототипа, оснастки, конечного изделия (красная)





- 1. Выбор#1 - спектр металлических технологий 3DP (салатовая)
- 2. Технологическая зрелость (серая)
- 3. Выбор#2 наиболее развиты[ и коммерчески успешных технологий 3DP (желтая)
- 4. Отрасль (оранжевая)
- 5. Пиктограммы прототипа, оснастки, конечного изделия (красная)



Габариты производимых изделий

- 1. Выбор#1 - спектр металлических технологий 3DP (салатовая)
- 2. Технологическая зрелость (серая)
- 3. Материал (голубой)
- 4. Отрасль (оранжевая)
- 5. Пиктограммы прототипа, оснастки, конечного изделия (красная)



## Быстрые результаты

1. Свободная ориентация в схемах и способах работы основных 3DP.
2. Прогнозирование развития 3DP и, как следствие, более осознанный выбор технологии и оборудования сегодня или в будущем.
3. Свободная ориентация в общепринятых мировых технологиях 3DP для самостоятельного анализа и аналитики.
4. Сравнение и выбор технологий для изготовления деталей в MaaS агрегаторах позаказного производства.
5. Планирование разработки собственной 3DP технологии и платформы, в том числе использующей принципы киберфизической системы.

## Долгосрочные

1. Сокращение времени вывода продукции на рынок (уменьшение T2M) за счет точного выбора и использования актуальной технологии 3DP.
2. Окупаемость инвестиций.
3. Эффективность использования производственных площадей.
4. Выработка на одного работника при использовании 3DP.
5. Сокращение циклов подготовки производства в 10-50 раз и ускорение вывода новой продукции на рынок.





AM, WAAM, XTC, 3D printing, Engineering, QR-код, PIM, Pellet, Cold, RPDP, NPJ, LITK, FTUC, CAD, ROBOT, CS, SL, C, D, M, J, K, F, T, P, U, C, A, D, R, O, B, O, T, C, S, L, C, C, O, L, D, P, E, L, L, E, T, P, I, M, X, T, C, W, A, A, M, A, M

# СИСТЕМА АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (B2B)

# МАТРИЦА АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (B2B)

**СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРВИСА**

**3D-ПЕЧАТЬ**

- BJ PBF
- MBJ
- DED-P
- DED-W
- DED-W (no)
- DED-P (no)
- FDM (Fused Deposition Modeling)
- CC FDM
- FD (Fused Filament Fabrication)
- Metal FDM
- PEM (Powder Extrusion Method)
- MJM (Multi-Jet Modeling)
- OOO (Object-Oriented Object)
- NPJ (Near-Point Jetting)
- LS-PBF (Laser Powder Bed Fusion)

**СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА**

**СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА**

**СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА**

**СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА**

**СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА**

**СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА**

**СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА**

**СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛА**

Технология	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DED-P	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DED-W																				
DED-P (no)																				
FDM																				
CC FDM																				
FD																				
Metal FDM																				
PEM																				
MJM																				
OOO																				
NPJ																				
LS-PBF																				
EB-PBF																				
SLS																				
MLF																				
SL																				
SL (no)																				
SLA																				
CLP																				
ML																				



CRASE, AG, SL, TOM, SD, MIG/MAG, CAM, CIR, ПЭТ, N, K, M, J, U, Y, J, S, L, S, S, U, P, A, E, L, I, C, F, T, C, B, D, E, D, C, R, P, D, P, NPJ, LITK, FTUC, CAD, ROBOT, CS, SL, C, D, M, J, K, F, T, P, U, C, A, D, R, O, B, O, T, C, S, L, C, C, O, L, D, P, E, L, L, E, T, P, I, M, X, T, C, W, A, A, M, A, M



# Аддитивные зарисовки или решения для тех, кто не хочет продолжать терять деньги

200+  
аббревиатур

90+  
компаний

25+  
технологий



3D Metalforge  
3DSL A  
3dsystems  
3i-PRINT  
Aconity3D GmbH  
Addifab  
Additive Industries  
AddSol  
AddUp  
Aim3d  
ALL3D  
AM-Flow  
Anisoprint  
Arburg  
Atlas Copco  
Barnes Global Advisors  
BeAM  
BMW  
Bulltech  
CADFEM CIS  
Carbon3d  
Carbon3d  
Coldspray  
Coobx  
Covestro  
Cranfield University  
Deloitte  
Desktop Metal  
Electroimpact  
EOS

ESI Group  
EVCO Plastics  
ExOne  
Fabrisonic  
Formlabs  
Gefertec  
General Electric  
General Motors Company  
HP  
i5.solutions  
Impossible Objects  
Incus  
INDO-MIM  
IRT Saint Exupéry  
link3d  
Lithoz  
LPW  
Markforged  
Matsuura  
MELD  
MIT Media Lab  
Moldex3D  
MolyWorks  
Nanoscribe  
Netfabb  
Next Chapter Manufacturing  
nTopology  
O.R. Lasertechnologie  
Optomec  
Picaso

Pollen AM  
Prusa  
Renishaw  
Roland Berger  
Scantech  
Self-Assembly Lab  
SGL Carbon  
SLM Solutions  
Smart3D  
Solidscape  
SPEE3D  
Stratasys  
Thermwood  
Tiertime  
Titomic  
Triangulatica  
UConn  
Under Armour  
Velo3d  
Volume Graphics  
Xerion  
Xjet  
Zenith-Tecnica  
ВИАМ  
ИЛМиТ  
Калашников  
КБГУ  
МАИ  
ОНСИНТ  
Цифра

Вебсайт:



Обучающие материалы:



АССОЦИАЦИЯ В СФЕРЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Вебсайт:

