

# Сквозные технологии цифровой экономики: национальный мега-проект полного инновационного цикла

*к.э.н. Макушкин А.Г.*

2019

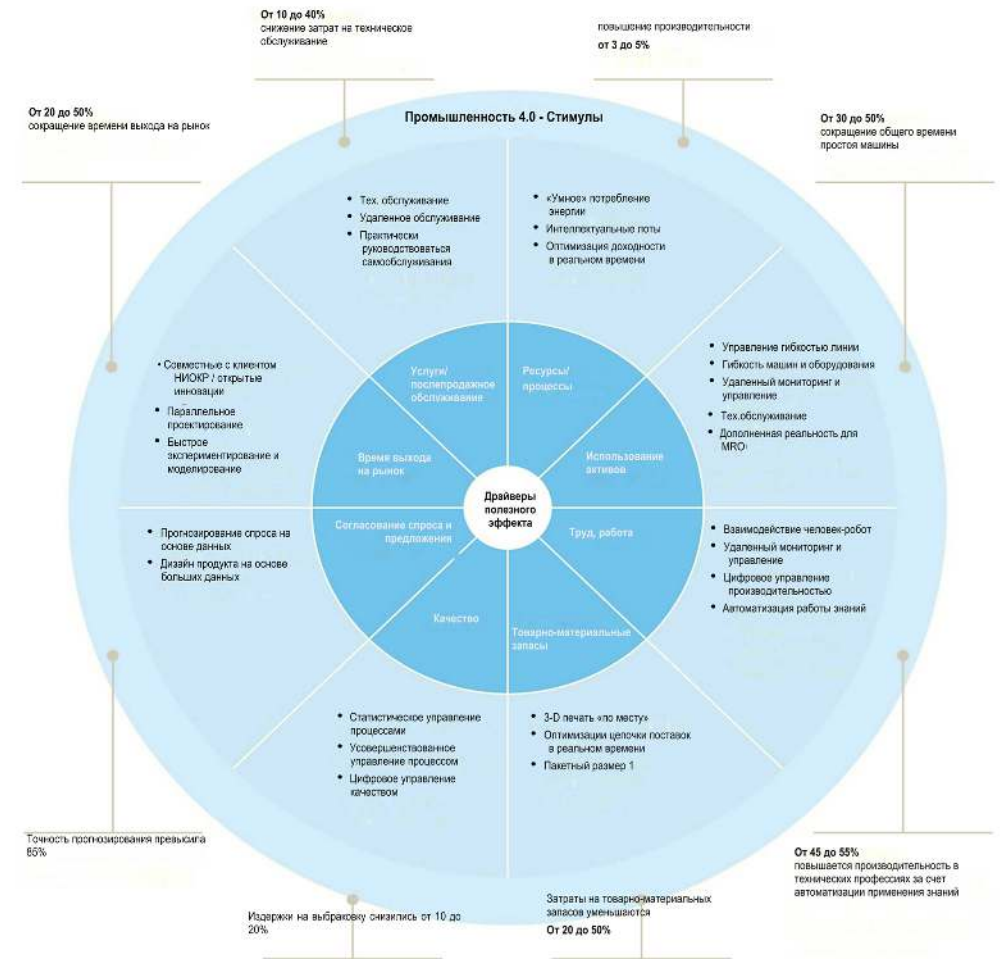
# Развилка «цифровой экономики»: цифровые технологии или цифровая трансформация?

- Глобализация и системная конкуренция заставляют страны и компании менять организацию производства в парадигме «цифровой индустрии» (Industry 4.0).
- Industry 4.0 - интеграция инструментов (технологий), ранее известных (большие данные, облачные решения, роботы, 3D-печать, моделирование и т.д.), которые объединены в глобальную сеть передачи цифровых данных, обеспечивают полную связанность и высокую автономность.
- Основные технологии достигли уровня готовности (TRL, MRL, SRL, etc), позволяющей создавать новые объекты, прежде всего «умные фабрики» (фокус стратегии НТР).
- Центральной политической задачей становится изменение "подхода" к традиционным отраслям: стратегия трансформации в экосистему киберфизических объектов.
- Главный вызов построения «цифровой экономики» - интеграция технологических решений в отраслях экономики на базе «Фабрики 4.0»

*Решения на основе сквозных цифровых технологий в странах-лидерах вышли на уровень промышленной готовности (TRL7-8) и готовы стать строительными блоками для цифровой промышленности.*

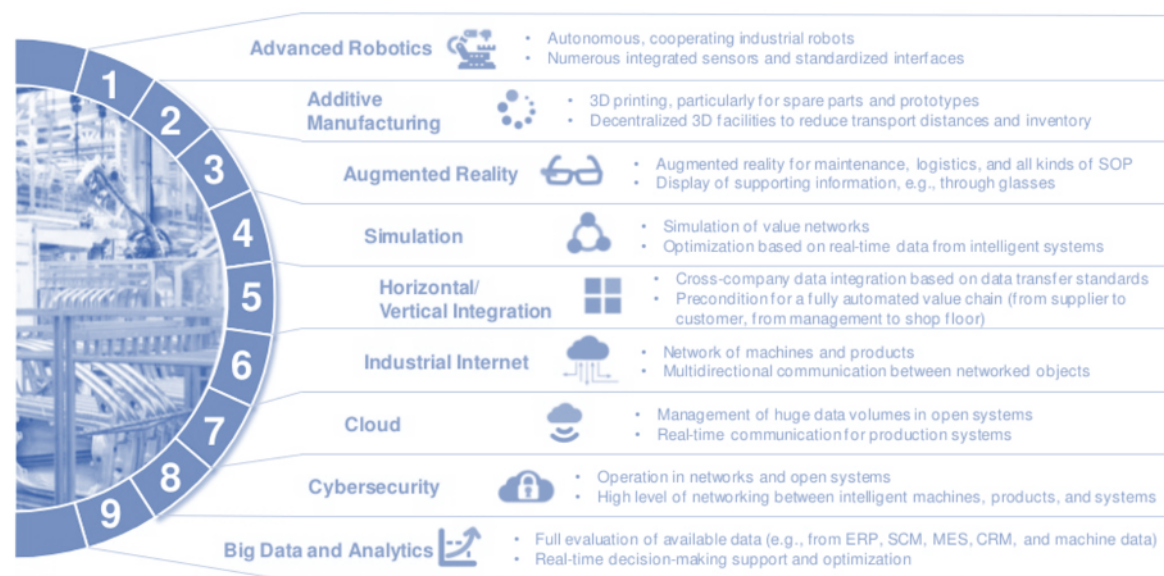
*Стратегическая ставка на «цифровую трансформацию» - соединение физических и «цифровых» активов через создание индустриальной экономики кибер-физических систем.*

McKinsey Digital Compass карты Industry 4.0 – стимулы 8 основных факторов результативности



# Цифровая экономика – бизнес-модель, использующая уникальные эффекты девяти цифровых технологий

## Industry 4.0 refers to the convergence and application of nine digital industrial technologies



Many application examples already exist for all nine technologies

SOP – Standard operating procedure; ERP – Enterprise resource planning; SCM – Supply chain management; MES – Manufacturing execution system; CRM – Customer relationship management  
Source: BCG

THE BOSTON CONSULTING GROUP

3

Чтобы экономика получила новое качество как цифровая экономика вместе должны быть собраны несколько технологий, меняющих функциональные возможности предприятий (под ключевые вызовы).

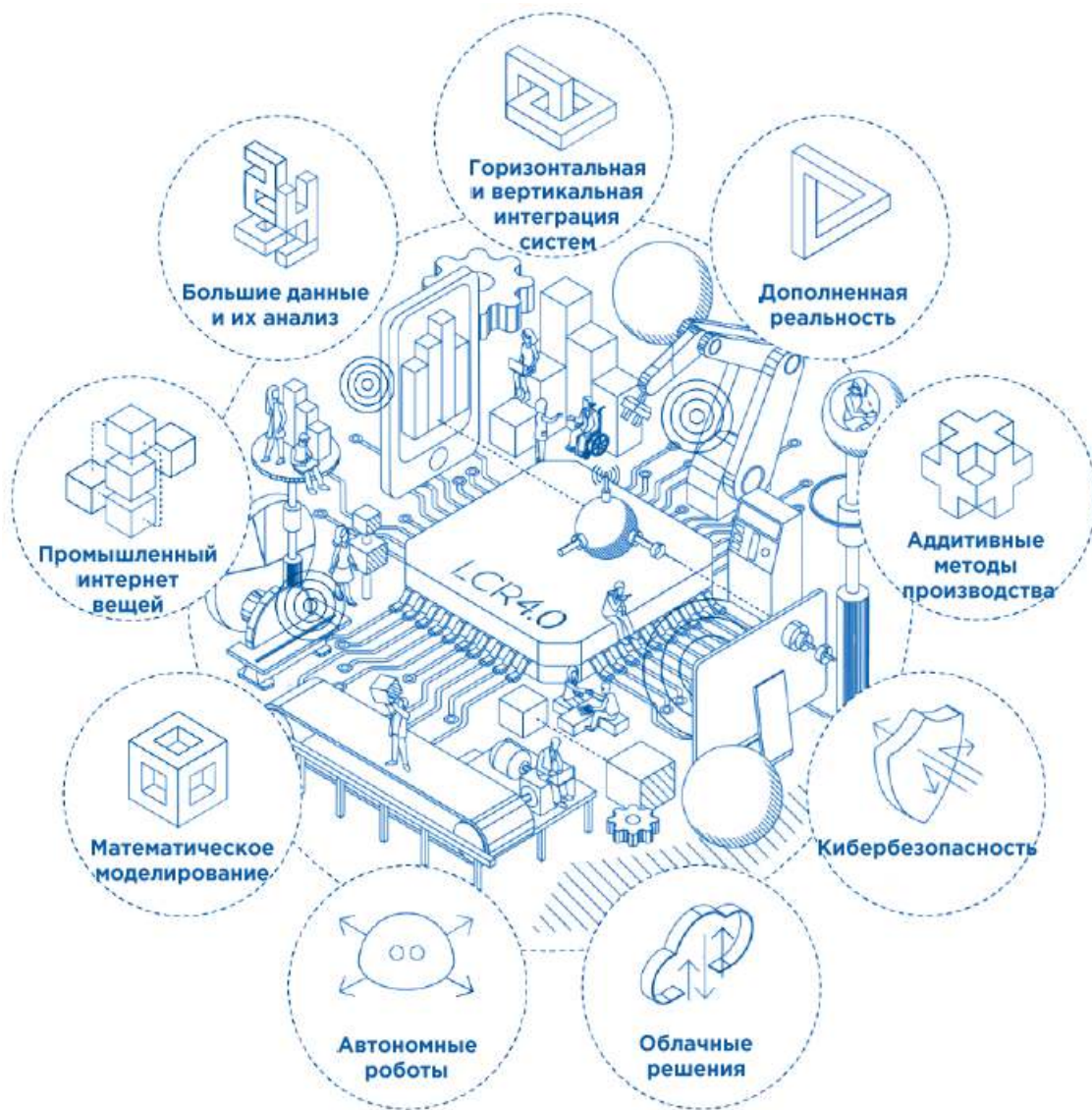
## Девять «сквозных» технологий программы «Цифровая Экономика РФ»

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», распоряжение Правительства РФ 1632-р, 27 июля 2017 г.

1. большие данные;
2. нейротехнологии и искусственный интеллект;
3. системы распределенного реестра;
4. квантовые технологии;
5. новые производственные технологии;
6. промышленный интернет;
7. компоненты робототехники и сенсорика;
8. технологии беспроводной связи;
9. технологии виртуальной и дополненной реальностей

Некоторые из девяти технологий сами по себе уже используются в производстве. Индустрия 4.0 требует, чтобы они работали вместе, трансформируя производство в интегрированный, автоматизированный и быстро оптимизируемый производственный поток. Это приведет к изменению традиционных отношений между поставщиками, производителями и клиентами, а также человеком и машиной (новая сетевая/платформенная модель supply chain).

# Девять «сквозных» технологий для цифровой трансформации



## Девять «сквозных» технологий программы «Цифровая Экономика РФ»

Основными «сквозными» цифровыми технологиями, которые входят в рамки настоящей Программы, являются:

- большие данные;
- нейротехнологии и искусственный интеллект;
- системы распределенного реестра;
- квантовые технологии;
- новые производственные технологии;
- промышленный интернет;
- компоненты робототехники и сенсорика;
- технологии беспроводной связи;
- технологии виртуальной и дополненной реальностей.

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», распоряжение Правительства РФ 1632-р, 27 июля 2017 г.

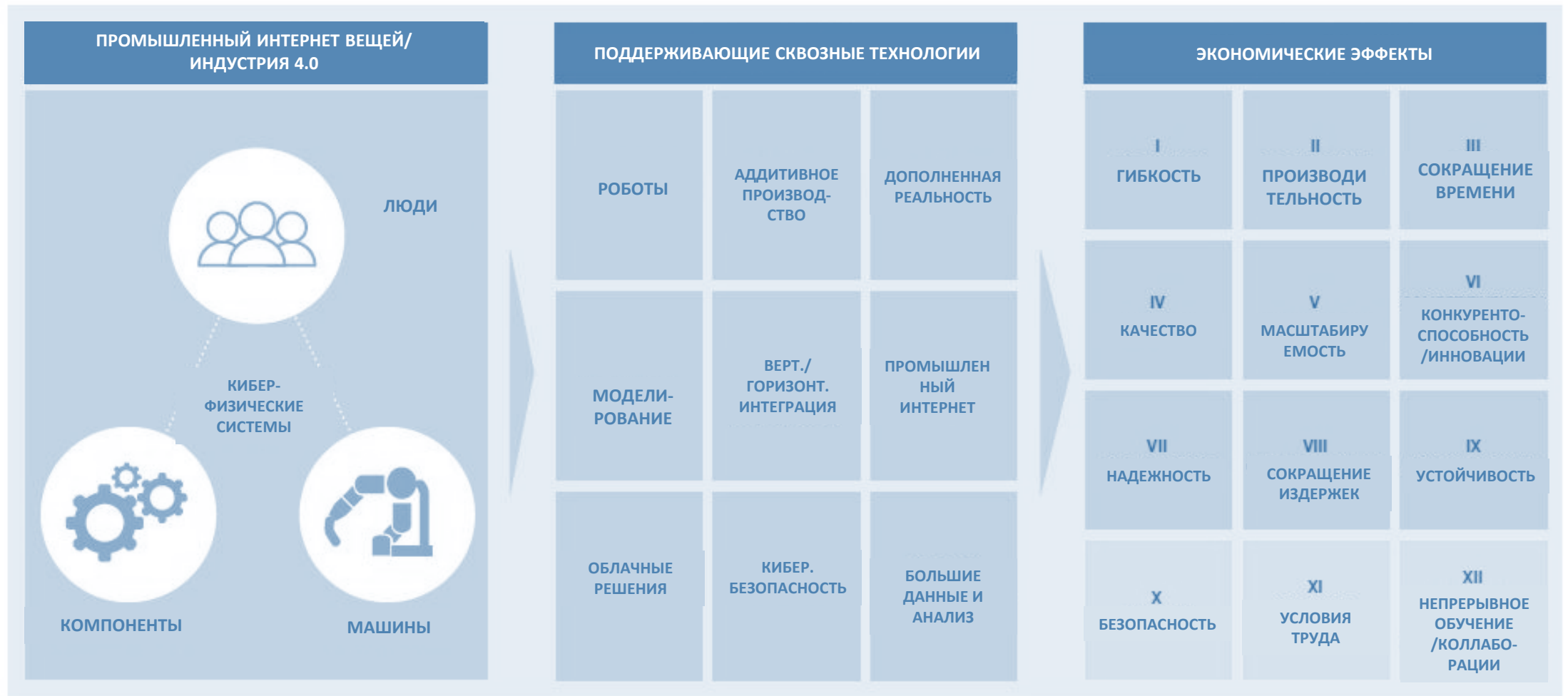
Госпрограмма  
«Наука»  
(СНТР)

Госпрограмма  
«Информационное  
общество»

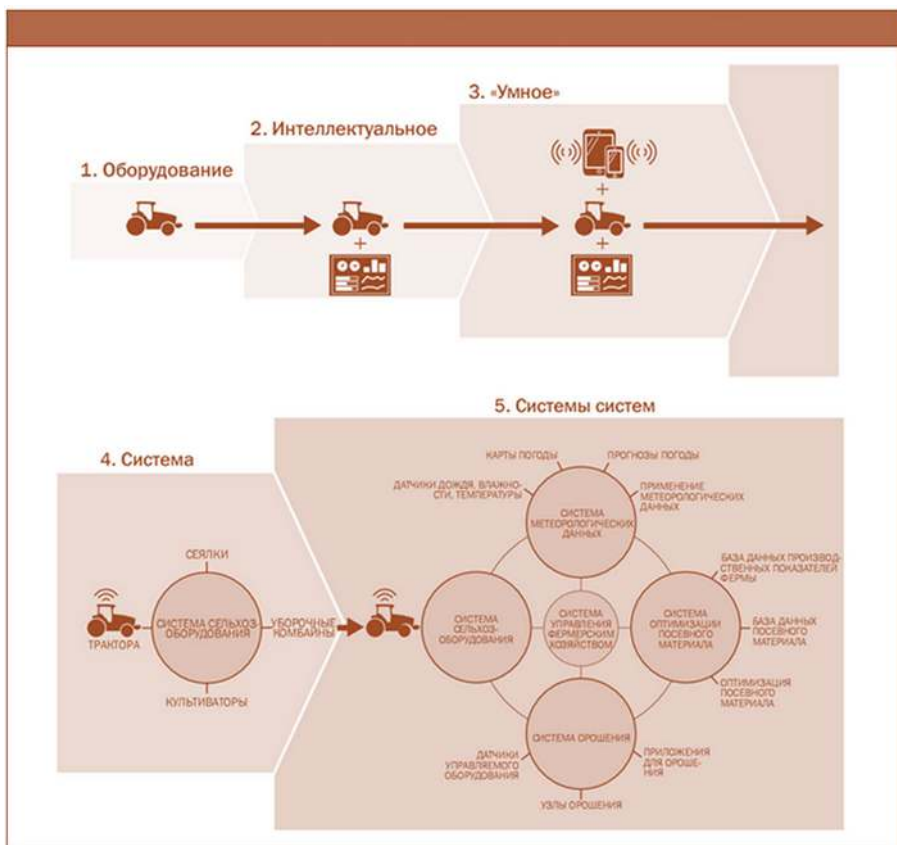
«Цифровая  
промышленность»

# Эффекты встраивания цифровых технологий в традиционную экономику

Цифровая трансформация – основа построения цифровой экономики

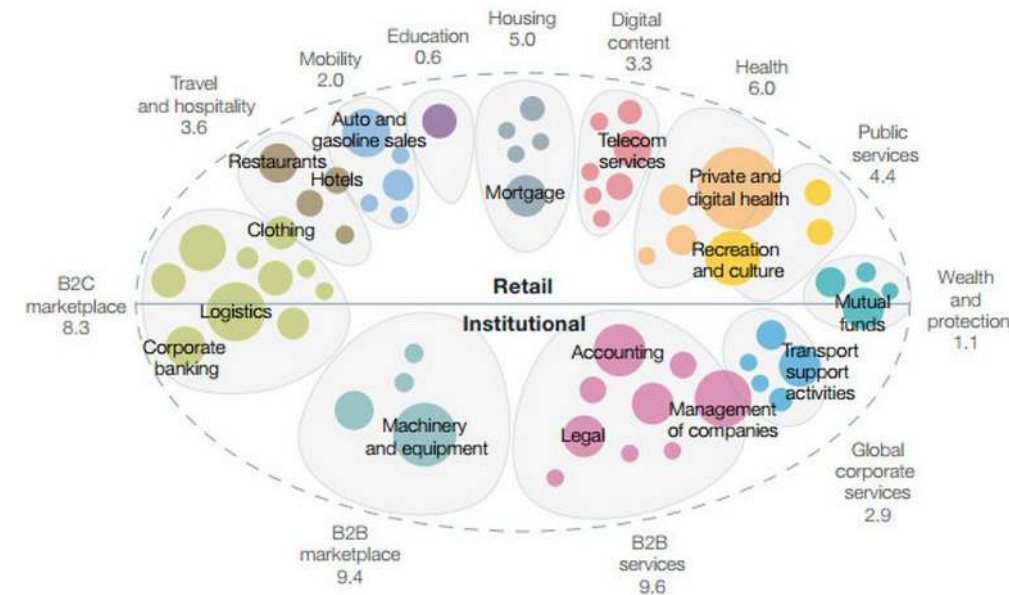


# Трансформация «отраслей»: от изделия/продукта к экосистеме хозяйствующего агента



New ecosystems are likely to emerge in place of many traditional industries by 2025.

Ecosystem illustration, estimated total sales in 2025,<sup>1</sup> \$ trillion



<sup>1</sup> Circle sizes show approximate revenue pool sizes. Additional ecosystems are expected to emerge in addition to the those depicted; not all industries or subcategories are shown.

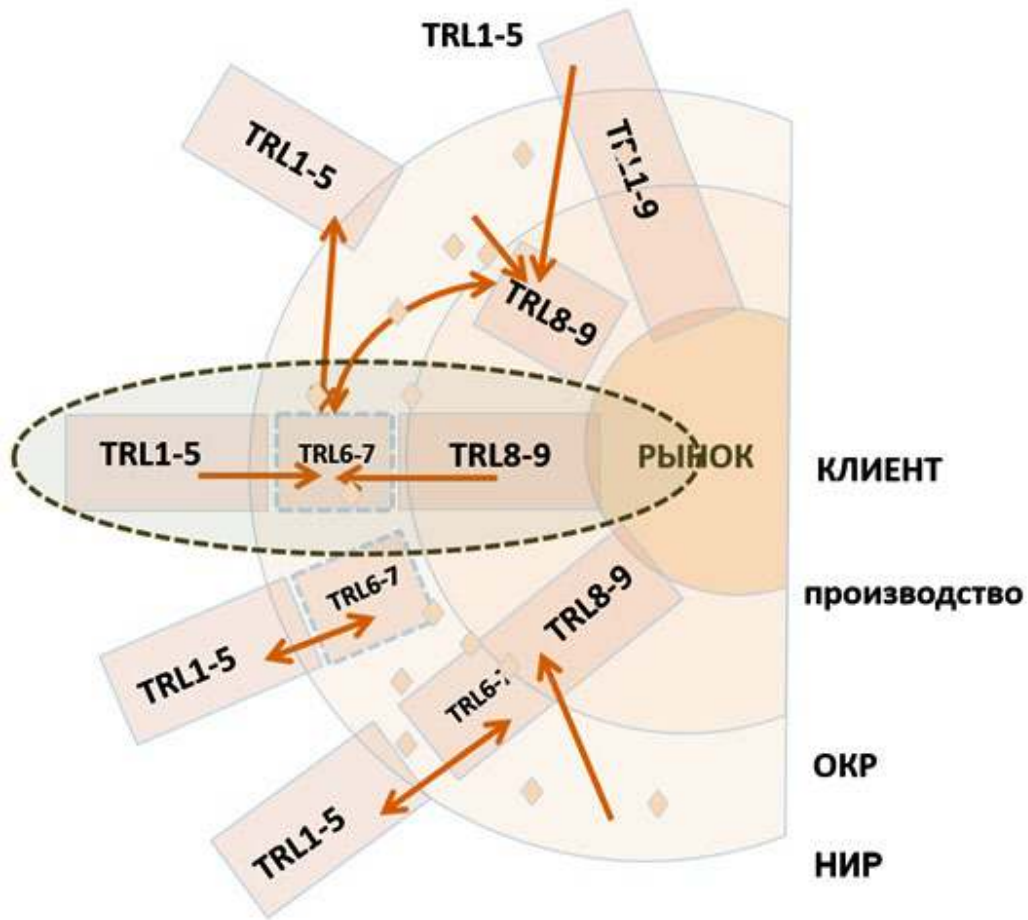
Source: IHS World Industry Service; Panorama by McKinsey; McKinsey analysis

# Задача «цифровизации»: поиск и создание новых бизнес-моделей



**Пересборка модульных активов: быстро, точно, с низкими затратами и быстрой монетизацией и капитализацией**

18.12.2019



## Технологическая диффузия



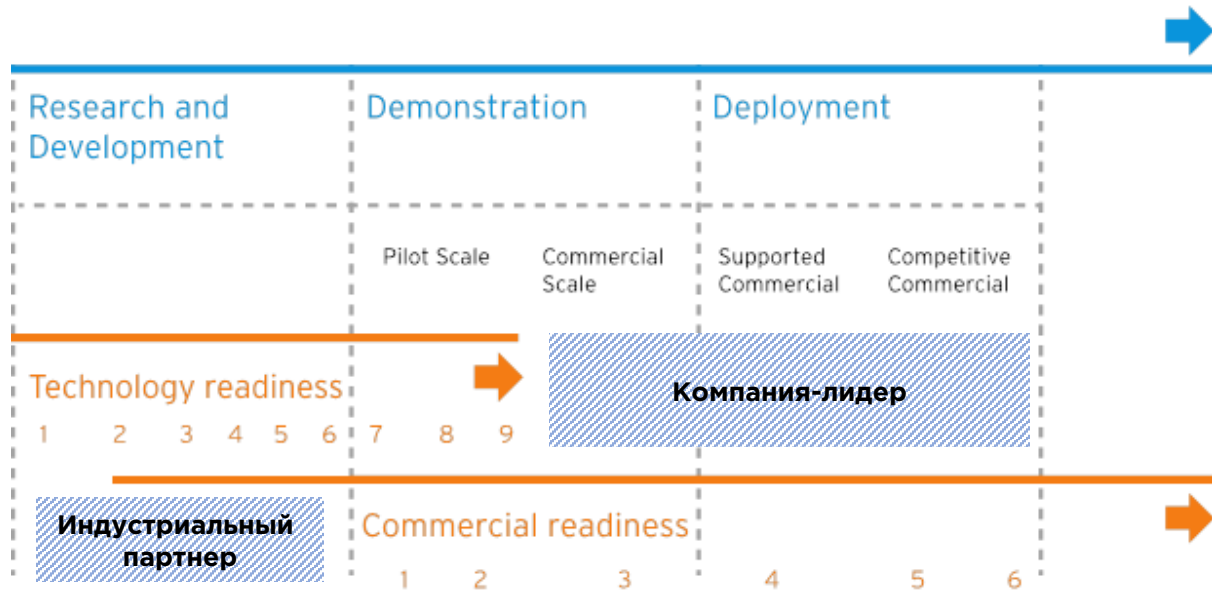
## Technology Maturation Plan

План мер по повышению технологической готовности (TRL, MRL, CRL)

- от научно-технологических заделов к выведению решения (продукта) на рынок
- организационно-технические решения для цифровой экономики



# МЕТРИКИ ГОТОВНОСТИ СКВОЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ПОЗИЦИИ ЭКОНОМИКИ



## TRL 1-8

1. Гипотетическое коммерческое предложение: технически готовое - коммерчески непроверенное и недоказанное. Коммерческое предложение, лицами продвигающими технологию, за которым недостаточно или вообще нет доказательств заявляемых технических или финансовых показателей.

## TRL 9+

2. Тестовый коммерческий проект: Малый масштаб, «первый в своем роде» проект, финансируемый целиком или частично за счет государственных средств. Коммерческое предложение, подкрепленное проверяемыми данными, доступно ограниченному числу участников.

## Технологическая готовность – TRL

- Пригодность технологии для работы в системе

## Производственная готовность – MRL

- Риски применения технологии в производстве

## Коммерческая готовность – CRL

- Высокие начальные инвестиции
- Длительный период возврата вложений
- Неопределенность в области регулирования
- Риск появления альтернативных решений

**Метрики готовности** - стандартизованное описание каждого уровня, позволяют нормировать планирование и контроль проектов по повышению готовности «технологии», в привязке к источникам финансирования с учетом вида и уровня риска

НИР

## TRL1-3

3. Расчетное и/или экспериментальное подтверждение концепции
2. Сформулирована концепция новой технологии
1. Выявлены основные принципы новой технологии

НИР-ОКР

## TRL4-6

6. Демонстрация технологии на модели или прототипе
5. Макет и/или компонент проверены в условиях, близким к реальным
4. Макет и/или компонент испытаны в лабораторных условиях

ОКР  
экспериментальное  
производство

## TRL7-9

9. Штатное использование технологии
8. Технология прошла испытания, сертификацию
7. Демонстрация технологии в условиях реальной эксплуатации



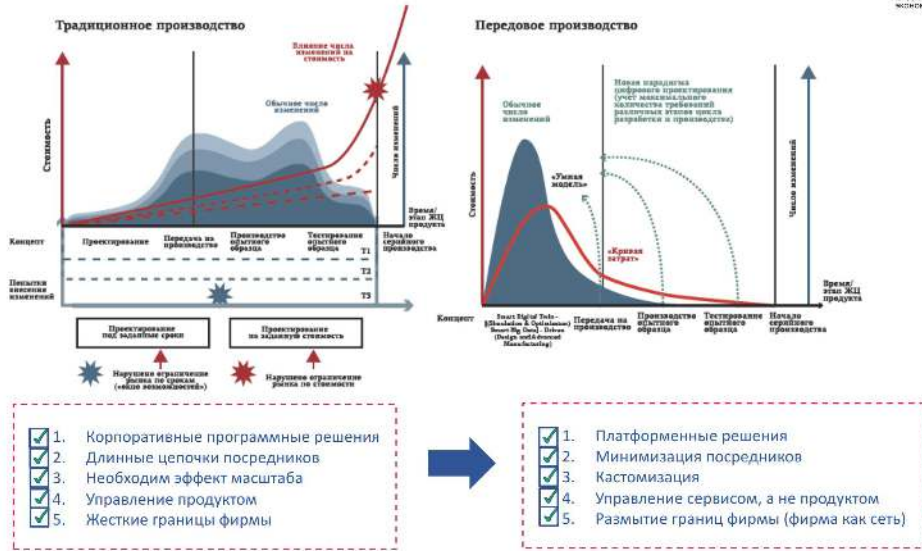
Уровень технологической готовности	УТГ 1 Выявлены и зафиксированы фундаментальные принципы технологии	УТГ 2 Концепция или выбор варианта	УТГ 3 Расчетное и (или) экспериментальное обоснование эффективности технологий	УТГ 4 Исследование макетов и (или) компонентов в лабораторных условиях	УТГ 5 Верификация макетов и (или) компонентов при подходящих условиях	УТГ 6 Моделирование систем (подсистем) или испытания трехмерных моделей в подходящих условиях	УТГ 7 Разработка прототипа системы, продемонстрированная на действующем продукте	УТГ 8 Сборка реальной системы и проверка работоспособности в условиях, близких к реальным	УТГ 9 Работа реальной системы в реальных условиях
Описание и примерный состав работ	Сформулирована идея решения физической или технической проблемы, необходимо проводить теоретическое или экспериментальное исследование, возможна демонстрация на простейшем лабораторном оборудовании, моделирование при большом числе упрощений, возможность неподтверждения эффекта, формулировка идеи о возможном применении эффекта	Необходимо обосновать возможность создания новой технологии. Необходимо сформулировать концепцию применения обнаруженных физических эффектов в рамках новой технологии. Теоретический этап развития технологии. Селекция работ для дальнейшей разработки технологии. Оценка экспертным сообществом	Необходимо продемонстрировать работу концепции новой технологии в экспериментальных условиях на мелкомасштабных моделях устройств. Необходимость подтверждения наиболее принципиальных вопросов технологий. Применение упрощенных расчетных моделей. Демонстрация работы технологии на мелкомасштабных моделях или расчетные модели с ключевыми моментами новой технологии	Необходимо продемонстрировать работоспособность на достаточно подробных макетах. Допустимо применение численного расчета. Применение трехмерных моделей. Масштаб моделей и точность моделирования должны быть достаточно высокими, подробное моделирование и описание конструкции устройства на основе новой технологии	Необходимо продемонстрировать работоспособность на достаточно подробных макетах в условиях, приближенных к натуральным условиям. Испытывают не прототипы, а детализированные макеты разрабатываемых устройств. Трехмерные модели, бассейновые испытания, условия приближенные к реальным	Необходимо продемонстрировать работоспособность на прототипах разрабатываемых устройств в стендовых условиях, приближенных к натуральным. Прототип полноразмерный или полнофункциональный, происходит интеграция технологий в компоновку разрабатываемой конструкции. Если технология демонстрирует работоспособность на данном уровне, решают вопрос о ее внедрении в конкретные продукты	Необходимо продемонстрировать работу технологии на прототипах реальных продуктов (в реальных условиях), устанавливаемых на продукт. На действующем продукте ставят прототип новой системы (подсистемы) при дублирующих действующих системах. Решают вопрос об интеграции новой технологии в продукт	Разрабатывают реальное устройство с применением новой технологии. Начинают испытания в условиях, приближенных к реальным условиям. Возможно проведение ресурсных или стендовых испытаний	Необходимо продемонстрировать работоспособность в реальных условиях. На данном этапе технология должна подтвердить свою работоспособность. Принимают решение о запуске серийного производства

# Повестка Цифровой экономики – масштабирование применения цифровых технологий

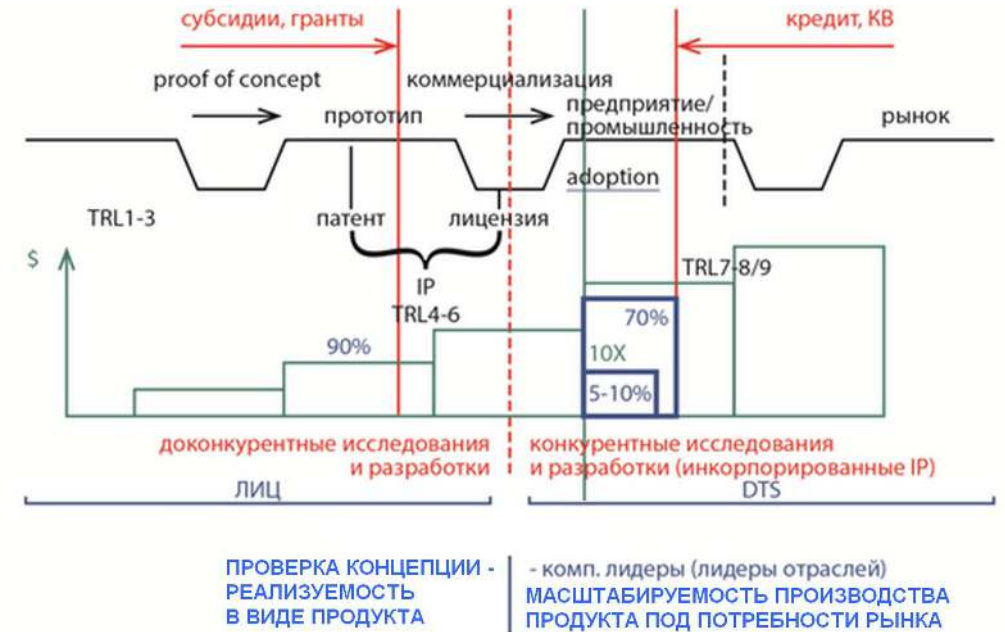
При масштабировании происходит тонкий, но важный сдвиг к готовности принять возрастающие операционные и финансовые ограничения. «Доказанная идея» может потерять большую часть своей ценности при масштабировании, когда при доказательстве или опровержении их ценности необходимо учитывать растущее значение финансовых и операционных требований к инновациям.

How to Scale Innovation Beyond Pretty Prototypes. M.Mesaglio, K.Moyer, D.Topham - Gartner. 23 May 2018, ID: G00354194

## Трансформация бизнес-процессов и бизнес моделей в цифровой экономике

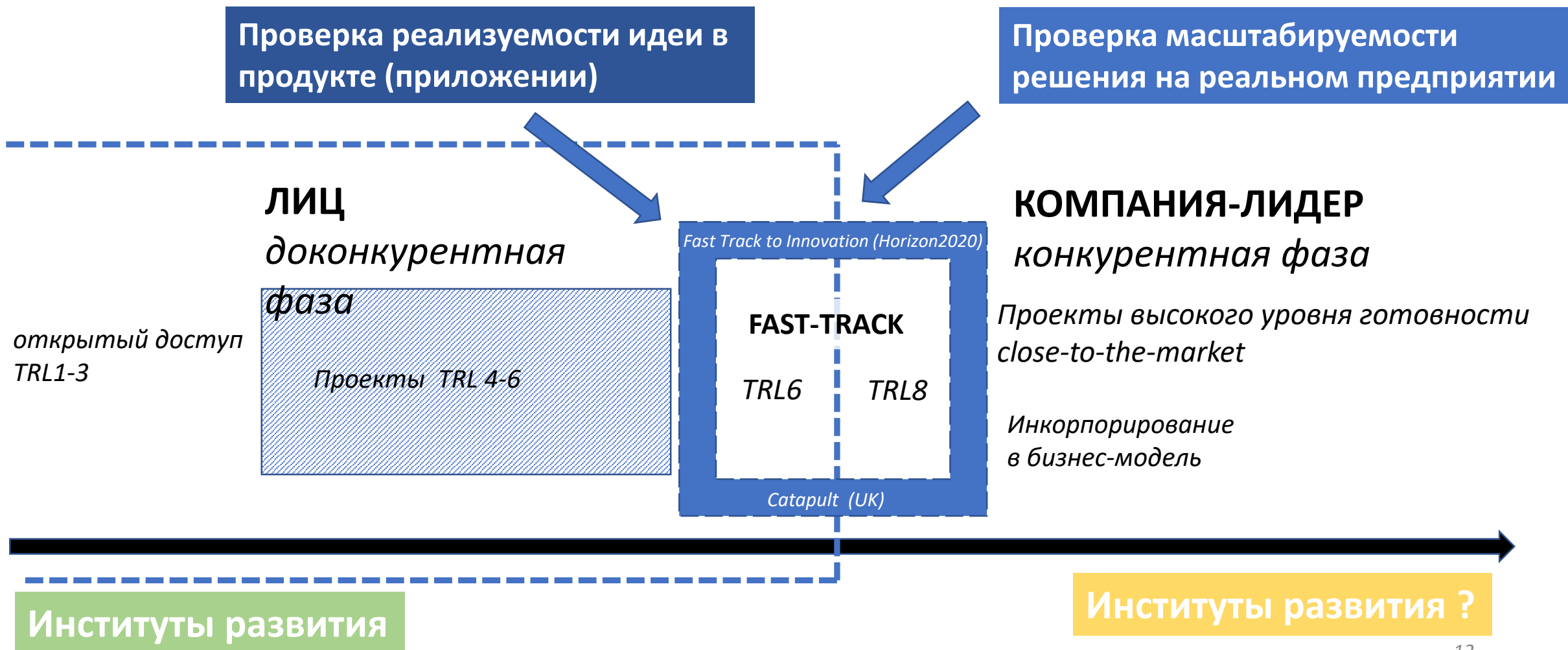


Источник: на основе материалов Инжиниринговый центр СПбГУ, Цифровое производство – Московская школа управления Сколково

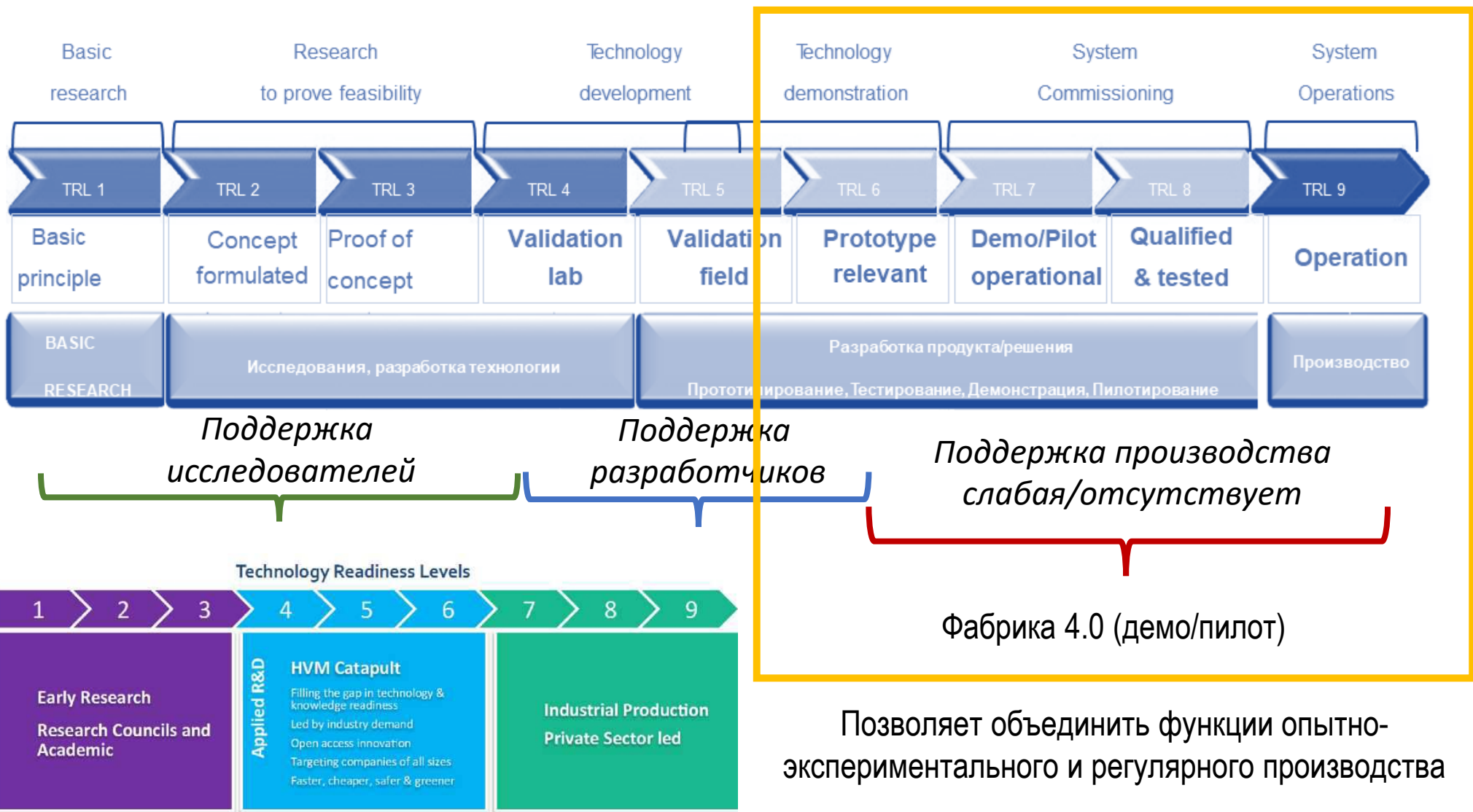


«Альтернативная» модель сокращающихся издержек масштабирования не применима к цифровой трансформации

# Масштабирование применения цифровых технологий - роль институтов развития в развитии трансляционной инфраструктуры



# Логическая модель «трансляционной» инфраструктуры



## Логическая модель результатов НПЦЭ



Создание "сквозных" цифровых технологий преимущественно на основе отечественных разработок

Внутренние затраты на развитие ЦЭ за счет всех источников по доле в ВВП страны, %

Стоимостная доля закупаемого/арендуемого ФОИВ, ОИВ субъектов и иными органами госвласти отечественного ПО, %  
Стоимостная доля закупаемого/арендуемого ГК, компаниями с госучастием отечественного ПО, %

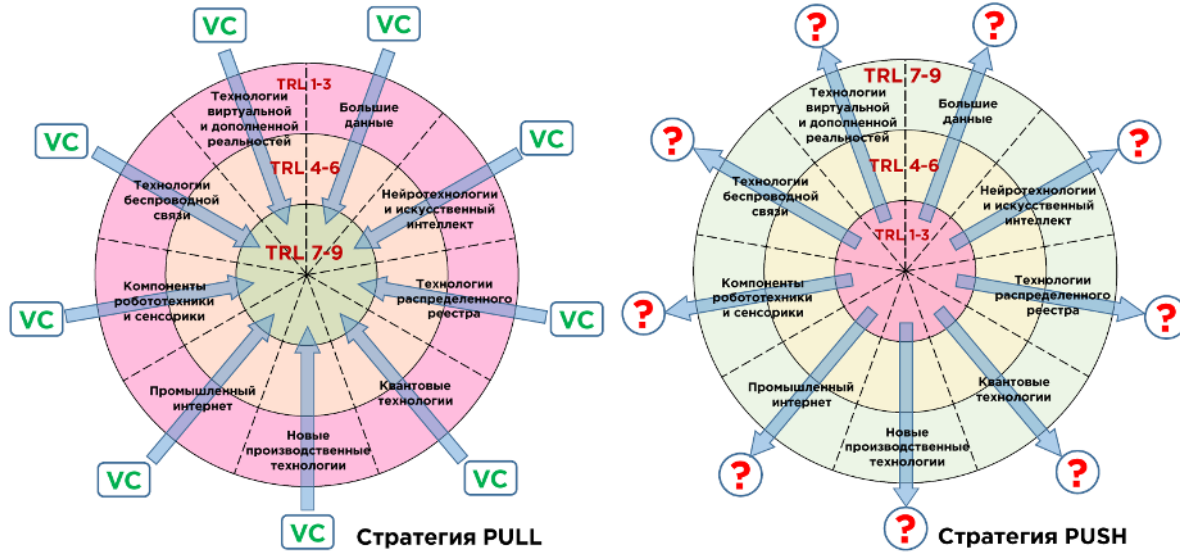
Доля домохозяйств, имеющих ШД к сети "Интернет", %  
Доля социально-значимых объектов инфраструктуры, с ШД к "Интернет", %  
Доля РФ в мировом объеме оказания услуг по хранению и обработке данных, %  
Наличие опорных ЦОД в ФО, шт.  
Средний срок простоя ГИС в результате компьютерных атак, часов

Создание комплексной системы фин-ния проектов по разработке и (или) внедрению ЦТ и платформенных решений, включающей в себя венчурное фин-ние и иные институты развития

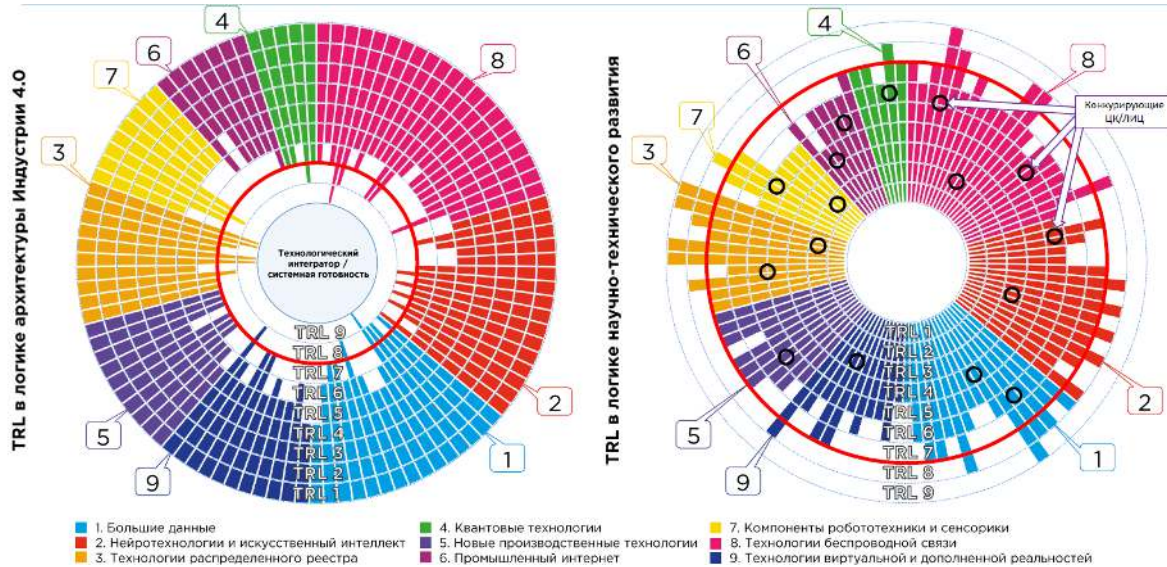
устойчивая и безопасная ИК инфраструктура высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных для всех организаций и домохозяйств



# Методология планирования: от центробежной к центростремительной модели



В Национальном проекте «Цифровая экономика Российской Федерации» доминирует стратегия «предложения»: поддерживаются технологии, а не объекты цифровой экономики (Фабрика 4.0 и др.)

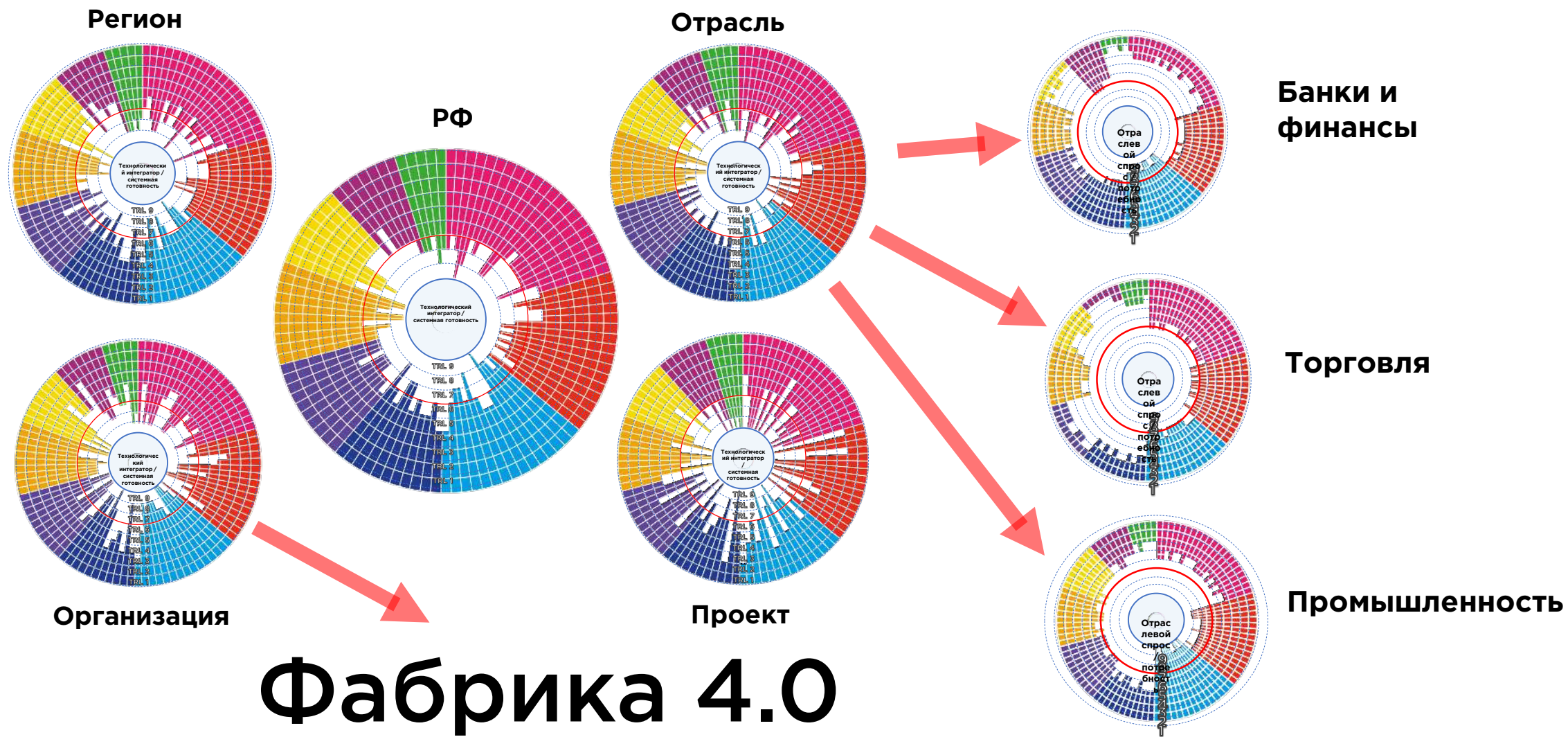


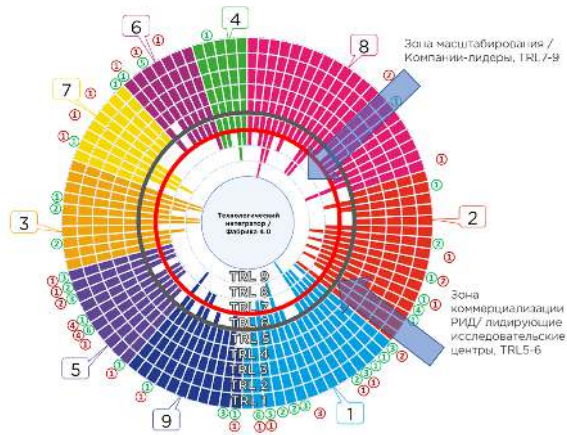
Стратегия «спроса» (pull) – центростремительная политика цифровой трансформации компаний/секторов; «секторальные разделы» в НПЦЭ; меры поддержки TRL7-9 (Минпромторг)

Стратегия «предложения» (push) – центробежная политика поддержки НТР по СЦТ; конкурирующие ЛИЦ; меры поддержки TRL3-6 (Минобрнауки)



# Управление «сквозными» цифровыми технологиями в РФ

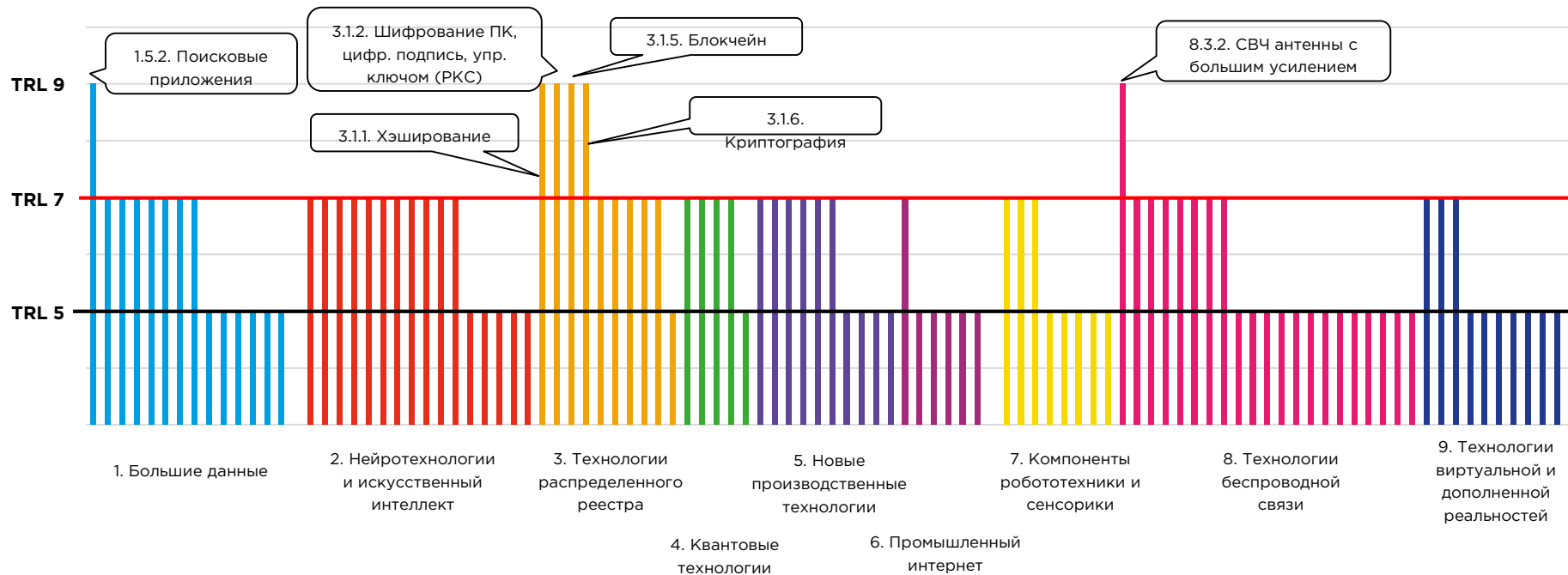




## Чтобы собрать собственную Фабрику 4.0 у России есть половина цифровых технологий промышленного уровня

Из 103 субтехнологий:

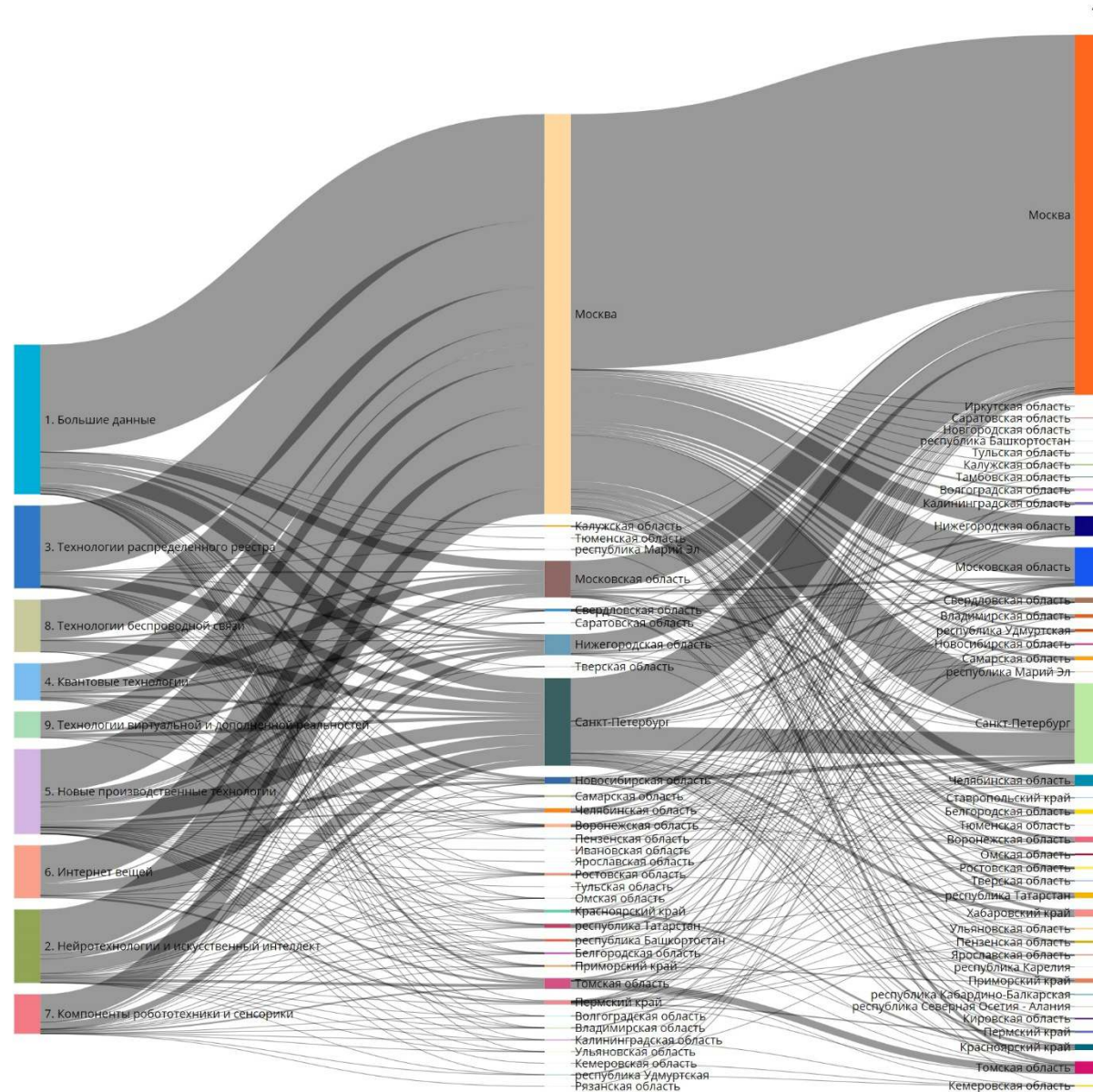
- **97,1%** имеют **TRL 5 – лабораторный прототип**
- **51,5%** имеют **TRL 7 – опытно-промышленный образец**
- **5,8 %** имеют **TRL 9 – промышленный продукт**



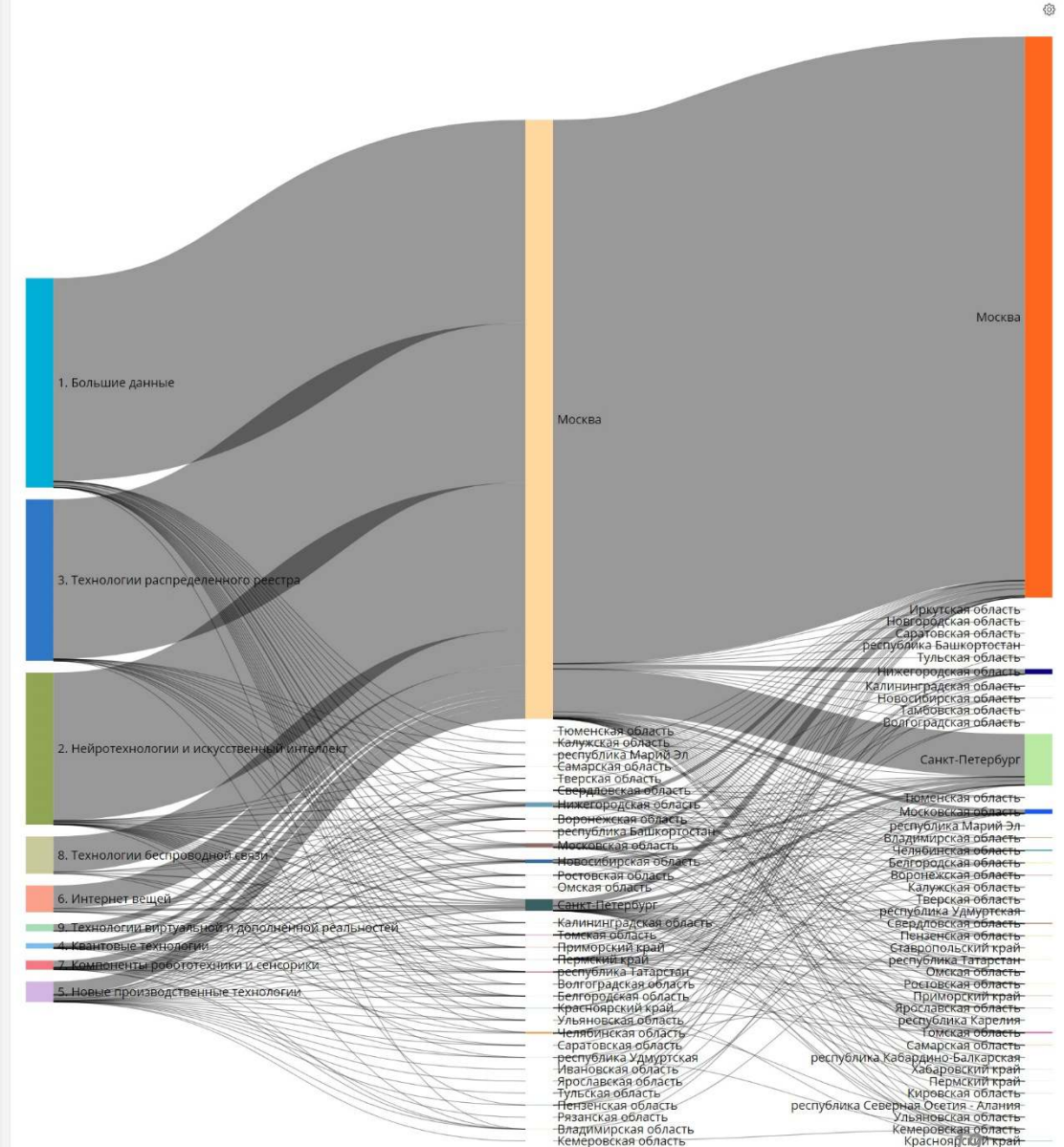
\* TRL по субтехнологиям определялись привлеченными экспертами ПО «ЦЭ»; секторами на графике представлены субтехнологии

# Гос. закупки организаций, рассматривающийся на статус ЛИЦ, по всем «сквозным» технологиям (в региональном разрезе)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКВТ по ИСПОЛНИТЕЛЯМ РАБОТ и ЗАКАЗЧИКАМ. КОЛИЧЕСТВО



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКВТ по ИСПОЛНИТЕЛЯМ РАБОТ и ЗАКАЗЧИКАМ. СУММА



\*Примечание: по данным ЕИС за 2013-2018 гг. по кодам ОКПД2 26,61,62, 63, 71,72,74.

# Госзакупки организаций «ЛИЦ»/«КЛ»

## 2. Нейротехнологии и искусственный интеллект (в региональном разрезе)

Количество контрактов, шт.

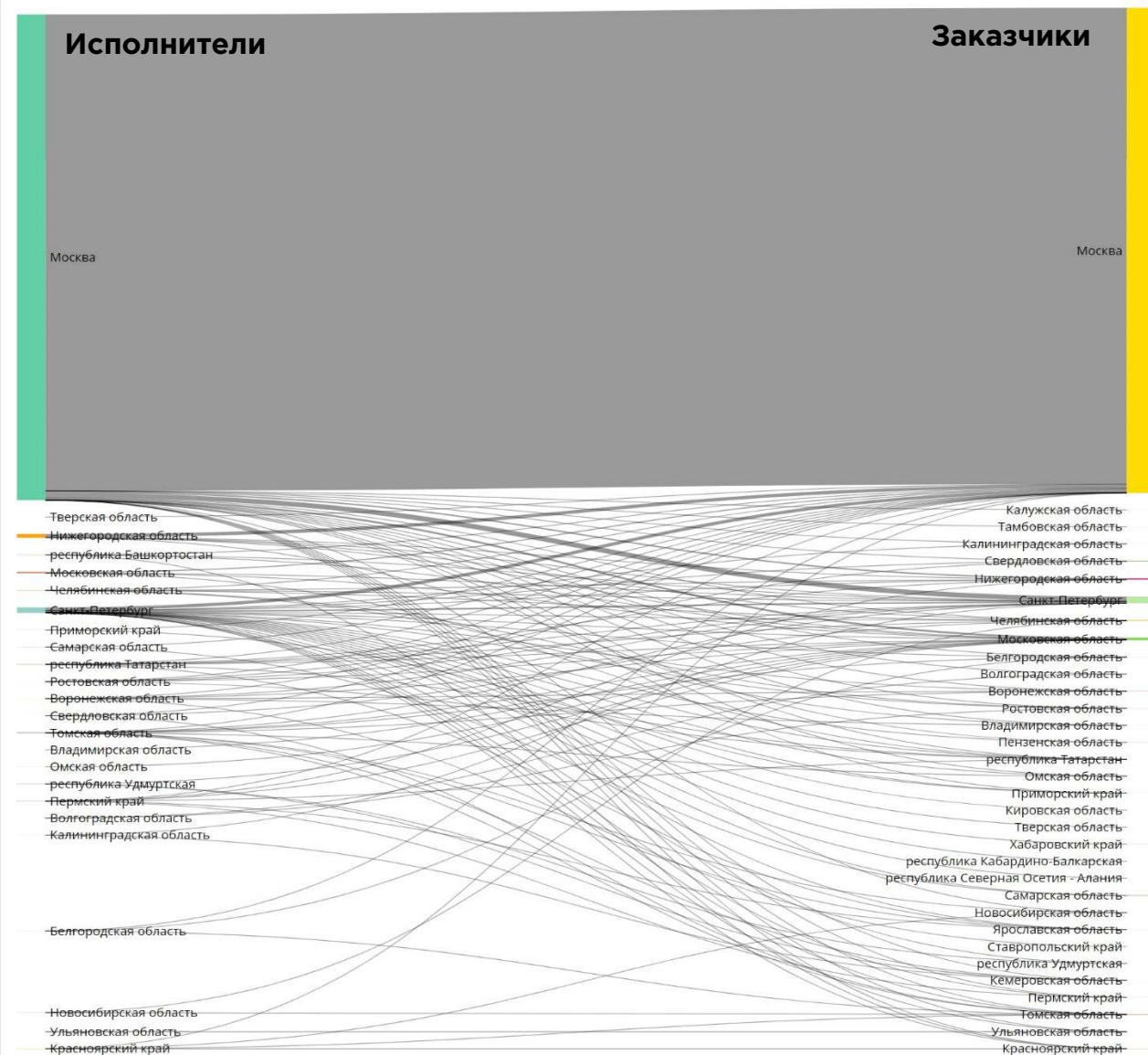
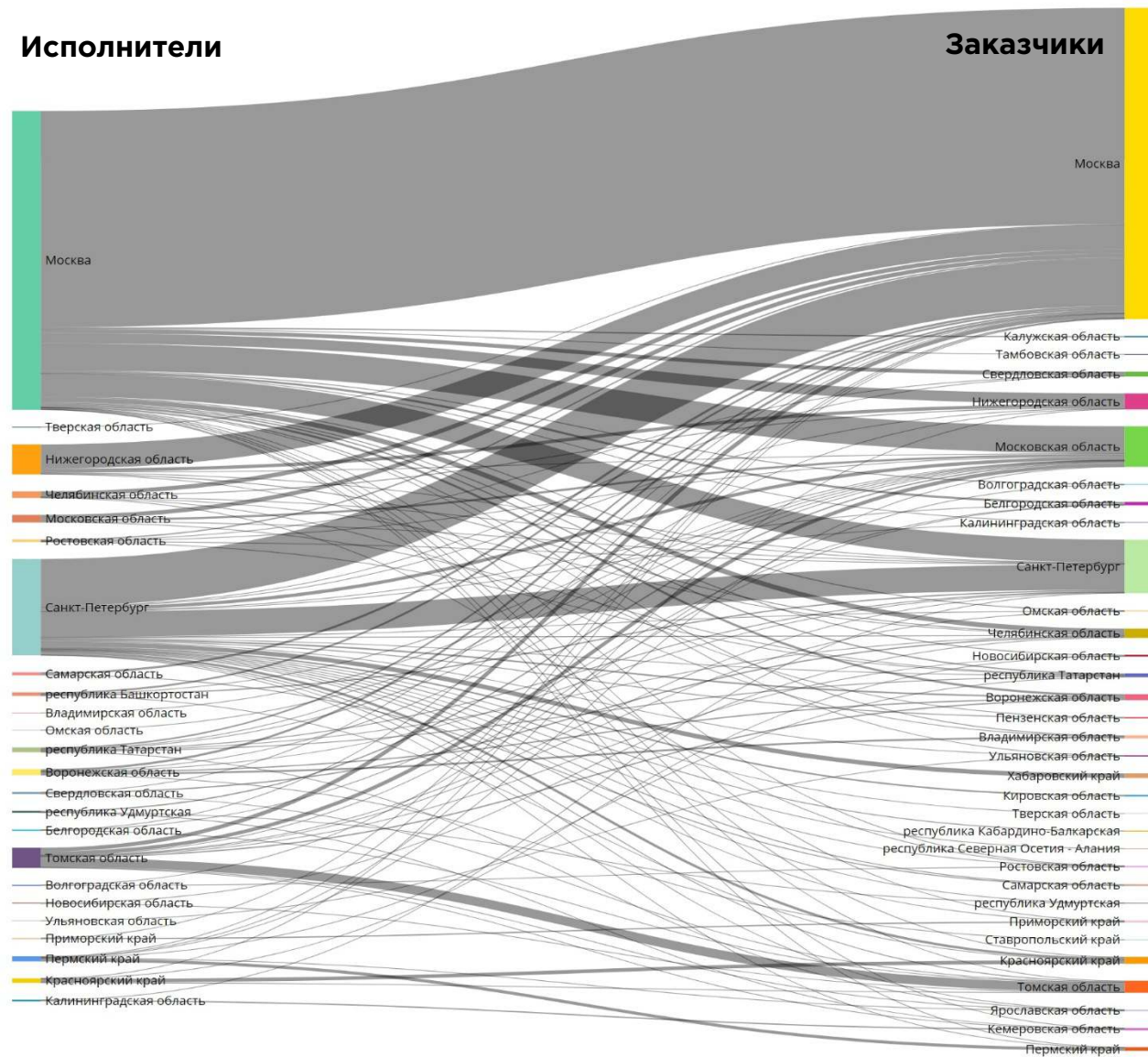
Стоимость контрактов, руб.

Исполнители

Заказчики

Исполнители

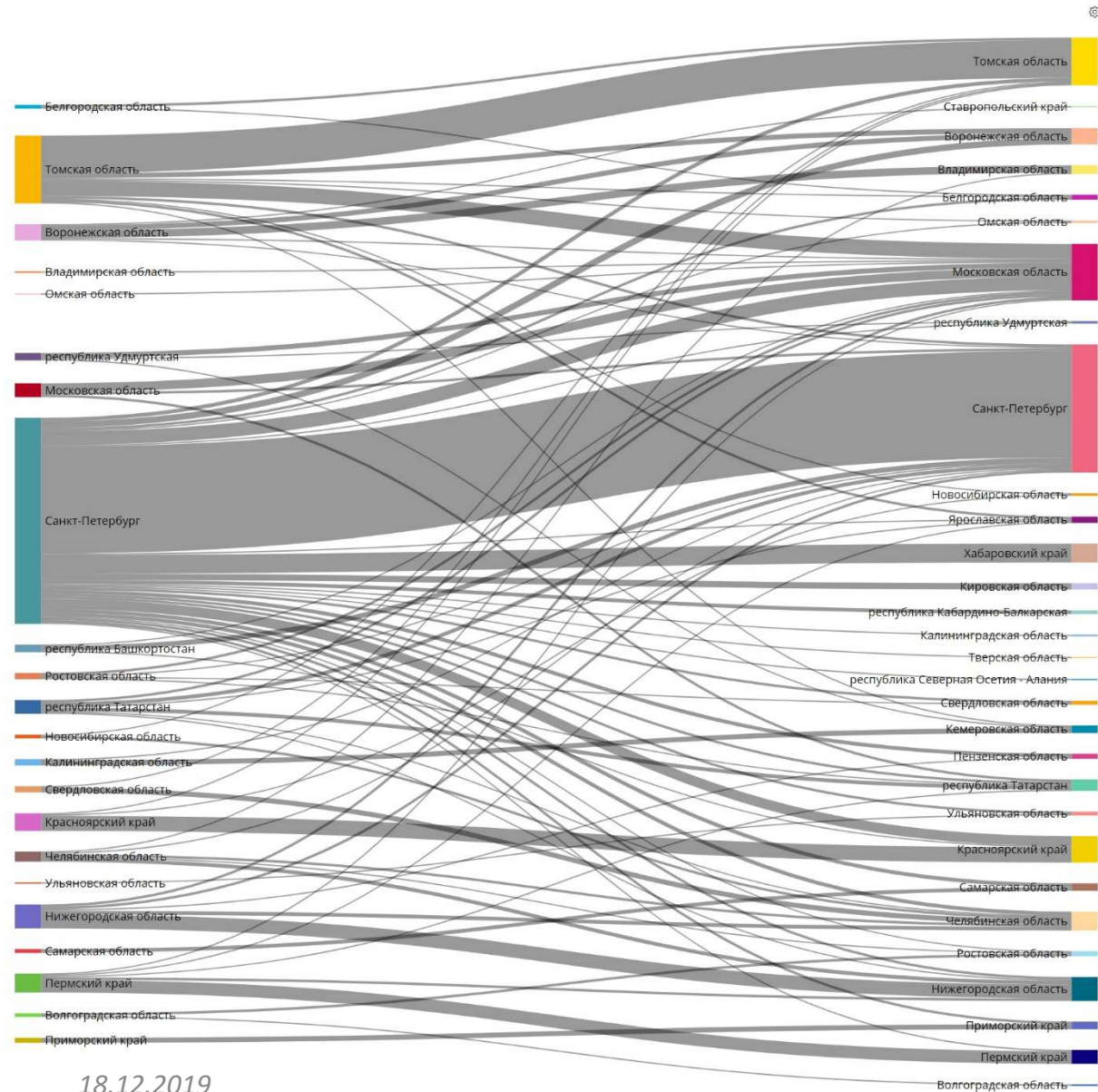
Заказчики



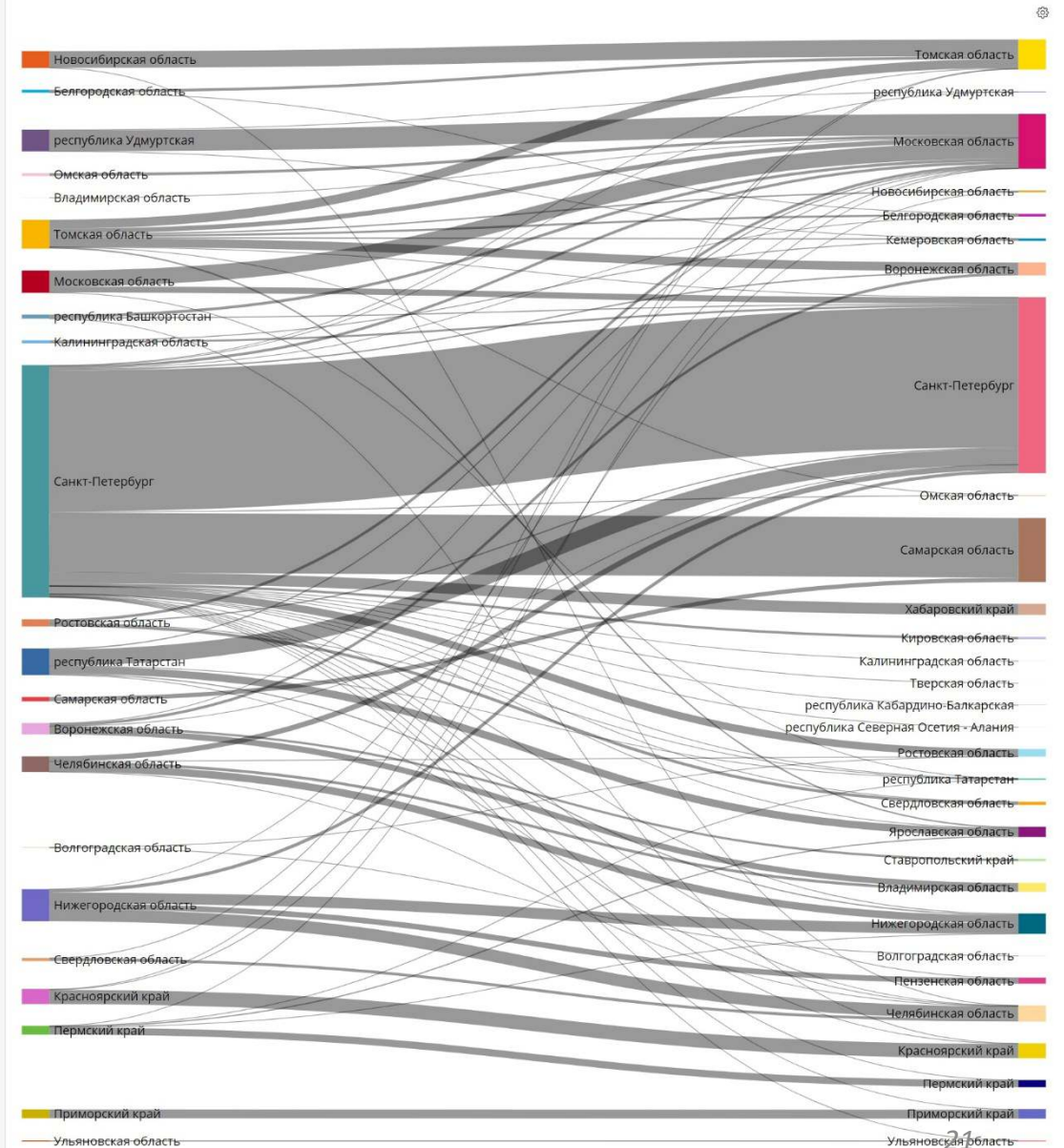
# Гос. закупки организаций, рассматривающийся на статус ЛИЦ, по «сквозной» технологии:

## 2. Нейротехнологии и искусственный интеллект (в региональном разрезе)

ИСПОЛНИТЕЛИ РАБОТ и ЗАКАЗЧИКИ по СКВТ "НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ и ИИ". КОЛИЧЕСТВО



ИСПОЛНИТЕЛИ РАБОТ и ЗАКАЗЧИКИ по СКВТ "НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ и ИИ". СУММА



18.12.2019

\*Примечание: по данным ЕИС за 2013-2018 гг. по кодам ОКПД2 26,61,62, 63, 71,72,74. Г. Москва исключена в целях улучшения восприятия информации

# ДИАГНОСТИКА И АНАЛИЗ

# Критерии отбора организаций технологических лидеров

Критерии оценки уровня развития исследовательских компетенций, научных и технологических заделов отечественных компаний и организаций по «сквозным» технологиям и связанными с ними исследованиям и разработкам.

## Основные критерии

- 1. Лаб. прототип, >TRL 5.**  
*Наличие прототипов промышленной готовности по конкретной субтехнологии (разработка не ниже TRL 5).*
- 2. Защищено патентом.**  
*Разработки организации защищены патентами.*
- 3. Выручка/доход > 1 млрд руб.**  
*Способность софинансировать коммерциализацию НИОКР.*
- 4. Подготовка проф. кадров.**  
*Ведется подготовка профессиональных кадров в профильной области НИОКР.*
- 5. Участие в МНТС.**  
*Участие в международном научно-техническом сотрудничестве (МНТС).*
- 6. Присутствие в рейтингах по СКВТ.**  
*Организация присутствует в российских и международных технологических и бизнес-рейтингах по СКВТ.*

## Дополнительная информация

- 1. Сумма критериев.**  
*Сумма основных и дополнительных критериев.*
- 2. Инсорсер.**  
*Организация ведет разработки в сфере «сквозных» технологий для обеспечения собственных потребностей.*
- 3. Выручка/доход, млн руб.**  
*Выручка (или доход при отсутствии информации о выручке) организации за год в млн рублей.*

## Дополнительные критерии (используются справочно)

- 1. Присутствие в нескольких СКВТ.**  
*Наличие у организации НИОКР в нескольких "сквозных" технологиях.*
- 2. Проведение эксперт.-аналит. работ.**  
*Организация ведет регулярные экспертно-аналитические работы по «сквозным» технологиям (обзоры рынка, научно-технические прогнозы, издание специализированных журналов, др.).*
- 3. Разработка ТР и НПА по СКВТ.**  
*Организация осуществляет техническое регулирование и разработку нормативно-правовых актов в области «сквозных» технологий (членство в технических комитетах Росстандарта, комитетах и комиссиях Государственной Думы, Совета Федерации, экспертных советах ФОИВов, др.).*
- 4. Уникальная технологическая база.**  
*Наличие уникальной технологической базы для НИОКР (стендовая база, ЦОД и др.).*
- 5. Центр коллективного пользования.**  
*Наличие центра коллективного пользования.*
- 6. Международная комм. деятельность.**  
*Организация ведет международную коммерческую деятельность.*
- 7. Партнер с ВУЗ и НЦ.**  
*Организация имеет партнерские отношения "производство-ВУЗ" (специализированные кафедры в профильных вузах, научные центры и лаборатории, др.).*
- 8. Центр НТИ.**  
*Организация является центром программы «Национальная технологическая инициатива».*
- 9. Позиция заместителя руководителя по цифровизации CDO (ожидается наличие в холдинге в 2019).**  
*У организации есть (или планируется наличие в 2019 г.) CDO - Chief Digital Officer. В холдинговых структурах статус CDO определяется по его наличию в головной компании.*
- 10. Цифр. трансформация (ожидается наличие в холдинге в 2019).**  
*У организации есть (или планируется наличие в 2019 г.) стратегия цифровой трансформации. В холдинговых структурах статус стратегии цифровой трансформации определяется по ее наличию в головной компании.*
- 11. Нац. чемпион.**  
*Организация является участником проекта Минэкономразвития России «Поддержка частных высокотехнологических компаний-лидеров» (национальные чемпионы).*

# Перечень «сквозных» технологий и субтехнологий

## 1. Большие данные

- **1.1. Кластер методов анализа данных**
  - 1.1.1. А/В тестирование (A/B testing)
  - 1.1.2. Машинное обучение (Machine learning)
  - 1.1.3. Обработка естественных языков (Natural language processing (NLP))
- **1.2. Кластер способов хранения и обработки больших данных**
  - 1.2.1. Бизнес-аналитика (Business intelligence)
  - 1.2.2. Облачные вычисления, туманные вычисления, граничные вычисления (Cloud computing, fog computing, edge computing)
  - 1.2.3. Базы данных (Database technology)
- **1.3. Методы и способы визуализации, представления и использования больших данных человеком**
  - 1.3.1. Методы и способы визуализации, представления и использования больших данных человеком
- **1.4. Кластер альтернативных способов представления больших данных**
  - 1.4.1. Тензоры и тензорные вычисления (Tensors and tensor-based computation)
  - 1.4.2. Обучение в мультилинейном подпространстве (Multilinear subspace learning)
- **1.5. Кластер дополняющих и смежных технологий**
  - 1.5.1. Базы данных с массовой параллельной обработкой (Massively parallel processing (MPP) databases)
  - 1.5.2. Поискные приложения (Search-based applications)
  - 1.5.3. Интеллектуальный анализ данных (Data mining)
  - 1.5.4. Распределенные файловые системы (Distributed file systems)
  - 1.5.5. Распределенные базы данных (Distributed databases)
  - 1.5.6. Инфраструктура для облачных, высокопроизводительных и других вычислений с большими данными (Cloud infrastructure, high-performance computation (HPC) infrastructure)

## 2. Нейротехнологии и искусственный интеллект

- **2.1. Кластер технологий имитации работы головного мозга человека**
  - 2.1.1. Анализ речи (Speech analysis)
  - 2.1.2. Глубокое обучение (Deep learning)
  - 2.1.3. Генерация естественного языка и речи (Natural language and speech generation)
  - 2.1.4. Аналитические решения на базе искусственного интеллекта (AI-enhanced analytic solutions)
  - 2.1.5. Компьютерное зрение (Computer vision)
  - 2.1.6. Технологии поиска и оптимизации (Search algorithms, search optimization, evolutionary computation)
  - 2.1.7. Компьютерная логика и рассуждение, когнитивные вычисления (Computer logic, automated reasoning, cognitive computing)
  - 2.1.8. Вероятностные методы выбора в условиях неопределенности (байесовские сети, цепи Маркова, и др.) (Probabilistic methods for uncertain reasoning)
  - 2.1.9. Классификаторы и методы статистического обучения (Classifiers and statistical learning)
  - 2.1.10. Нейронные сети (Neural networks)
  - 2.1.11. Теория управления, умный контроль (Control theory, intelligent control)
  - 2.1.12. Технологии взаимодействия систем с искусственным интеллектом, включая интеллект роя, умную пыль и др. (Swarm intelligence, smart dust)
- **2.2. Кластер технологий интерфейсов и дополнения работы головного мозга человека**
  - 2.2.1. Нейроинтерфейсы (Brain-computer interface)
  - 2.2.2. Чтение сигналов мозга, нейроинформатика (Brain-reading, neuroinformatics)
  - 2.2.3. Электроэнцефалография (Electroencephalography)
  - 2.2.5. Нейропротезирование (Neuroprosthetics)

## 3. Технологии распределенного реестра

- **3.1. Кластер составных частей технологии реализации распределенных реестров**
  - 3.1.1. Хэширование данных и хэш-функции (Hashing, hash functions)
  - 3.1.2. Шифрование публичного ключа, цифровая подпись, управление ключом (Public key cryptography, digital signature, key management)
  - 3.1.3. Одноранговые сети и их производные (Peer2peer networks)
  - 3.1.4. Технологии обеспечения консенсуса и защиты сети (Consensus technologies, including proof of work, proof of stake, etc.)
  - 3.1.5. Цепочки блоков транзакций (Blockchain)
  - 3.1.6. Криптография (Cryptography)
  - 3.1.7. Умные контракты (Smart contracts)
  - 3.1.8. Технологии безопасности (управление кошельком, контроль управления, отказ в обслуживании, ведение учета и аудита) (DLT security, including wallet management, governance controls, denial of service, recordkeeping and auditability)
- **3.2. Кластер применения технологий распределенного реестра**
  - 3.2.1. Криптовалюты и финансовые услуги (Cryptocurrencies and financial services)
  - 3.2.2. Кадастровый учет (DLTs for property deals bookkeeping)

## 4. Квантовые технологии

- 4.1.1. Квантовая криптография и защищенные коммуникации (Quantum cryptography and secure communications)
- 4.1.2. Квантовая метрология и датчики (Quantum metrology and sensors)
- 4.1.3. Квантовые симуляторы (Quantum simulation and simulators)
- 4.1.4. Квантовые вычисления (Quantum computing)
- 4.1.5. Поддерживающие технологии для квантовых технологий (Quantum-enabling technologies)

## 5. Новые производственные технологии

- 5.1.1. Управление жизненным циклом продуктов (Product lifecycle management (PLM))
- 5.1.2. Имитационное и суперкомпьютерное моделирование продуктов (HPC simulation, modelling and analysis; CAE)
- 5.1.3. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование (Additive manufacturing, rapid prototyping)
- 5.1.4. 4D-печать (4D-printing)
- 5.1.5. Умные производственные линии, промышленная робототехника (Intelligent / smart production, industrial robotics)
- 5.1.6. Системы контроля и АСУ (Control systems, command & control systems)
- 5.1.7. Прецизионные технологии изготовления (Precision manufacturing)
- 5.1.8. Новые материалы, в т.ч. нано, композитные и создание материалов с заданными свойствами (Composite materials)
- 5.1.9. Гибкие производственные линии, быстрое масштабирование (Flexible production lines & rates)
- 5.1.10. Платформенные решения для инжиниринга, производства и логистики (Platform solutions & business models)

## 6. Промышленный интернет

- 6.1.1. Технологии идентификации устройств (Machine identification)
- 6.1.2. Машинная сенсорика (Machine / device sensing)
- 6.1.3. Межмашинная коммуникация (Machine2machine (m2m) communication)
- 6.1.4. Вычисления на устройствах (On-device computation)
- 6.1.5. Сервисы, платформы, сбор и интеграция данных с устройств (Services, platforms, data gathering and integration)
- 6.1.6. Умные и встроенные устройства, семантика для устройств (Smart & embedded devices (systems), semantics)
- 6.1.7. Индустриальные большие данные (Industrial big data)

## 7. Компоненты робототехники и сенсорики

- 7.1.1. Технологии создания источников питания для роботов (Power source)
- 7.1.2. Технологии приведения в действие (Actuation)
- 7.1.3. Технологии сенсорики и распознавания (Sensing)
- 7.1.4. Технологии манипуляций (Manipulation)
- 7.1.5. Технологии движения (Locomotion)
- 7.1.6. Технологии взаимодействия с окружающей средой и навигации (Environmental interaction and navigation)
- 7.1.7. Взаимодействие робота с человеком (Human-robot interaction)
- 7.1.8. Контроль (Control)

## 8. Технологии беспроводной связи

- **8.1. Кластер технологий беспроводных сетей**
  - 8.1.1. Сети связи пятого поколения (5G)
  - 8.1.2. Радиочастотная идентификация (RFID)
  - 8.1.3. Коммуникация ближнего поля (NFC)
  - 8.1.4. Bluetooth (Bluetooth)
  - 8.1.5. Прямой Wi-Fi (Wi-Fi Direct)
  - 8.1.6. Быстрый роуминг и Wi-Fi Passpoint (Fast roaming, Wi-Fi passpoint)
  - 8.1.7. Технологии передачи голоса и мультимедиа (Voice & Multimedia)
  - 8.1.8. Wi-Fi подключения высокой пропускной способности (WiGig & Wi-Fi Miracast)
  - 8.1.9. Объединение в частные сети устройств малой мощности на небольших скоростях с использованием, в т.ч. ячеистых топологий (ZigBee)
  - 8.1.10. Протокол связи низкой мощности и средне-высокой дальности (до 2 км) (DASH7)
  - 8.1.11. Протокол связи низкой мощности и высокой дальности (до 10 км) (LPWAN)
  - 8.1.12. Протокол связи для неблагоприятных условий установки связи (RuBee)
  - 8.1.13. Технология и устройства передачи данных, получающих энергию из среды (EnOcean)
  - 8.1.14. Когнитивное радио (Cognitive Radio)
- **8.2. Кластер технологий навигации в помещениях**
  - 8.2.1. Локация при помощи активной инфраструктуры (Indoor location services using active infrastructure)
  - 8.2.2. Локация при помощи фоновых магнитных полей (Indoor location services using ambient magnetic fields)
- **8.3. Прочие возникающие технологии беспроводной связи**
  - 8.3.1. Беспроводная передача электроэнергии (Wireless charging)
  - 8.3.2. Высококачественные антенны с большим усилением (High gain high frequency antennas)
  - 8.3.3. Пространственное разделение информации (Spatial separation of information)
  - 8.3.4. Передача данных с помощью света (Li-Fi)
  - 8.3.5. Лазерная передача информации (Laser data transfer)

## 9. Технологии виртуальной и дополненной реальности

- **9.1. Кластер технологий создания устройств ввода**
  - 9.1.1. Трекинг устройства, датчики и сенсоры (Tracking devices)
  - 9.1.2. Устройство точечного ввода (Point input device)
  - 9.1.3. Биоконтроллеры (Bio-controllers)
  - 9.1.4. Устройства голосового ввода (Voice input devices)
- **9.2. Кластер технологий создания устройств вывода**
  - 9.2.1. Аудиоустройства (Audio, aural devices)
  - 9.2.2. Графические устройства (Graphics, visual devices)
  - 9.2.3. Контактные устройства (Haptic devices)
  - 9.2.4. Устройства для передачи вкуса и запаха (Smell and taste devices)
- **9.3. Кластер технологий создания графики и создания приложений**
  - 9.3.1. Графическое ядро (Graphics engine)
  - 9.3.2. Технологии моделирования объектов (VR / AR modelling tools)
  - 9.3.3. Средства разработки (VR / AR development tools)

\* «Методика оценки научно-технологических заделов организаций по развитию «сквозных» технологий в области цифровой экономики», Центр компетенций по направлению «Формирование исследовательских компетенций и технологических заделов», март 2018



# Отбор и экспертиза организаций с ключевыми компетенциями в разрезе «сквозных» цифровых технологий

- Оценка организаций строилась на максимальном использовании объективных данных. За основу были взяты базы данных по НИОКТР, патентам РФ, научным публикациям, государственным закупкам, финансовому состоянию и оценка результатов деятельности организаций профессиональным сообществом (рейтинги и т.п.). Проведен семантический автоматизированный анализ 6 основных национальных баз данных: ЕГИСУ НИОКТР (871 824 записей), ФИПС (168 084 патентов), eLibrary (13 491 организаций, свыше 20 млн. публикаций), Росстат, ФНС, ЕИС (свыше 18 млн. контрактов), на основании которого отобрано свыше 4000 российских организаций, занятых НИОКТР в разрезе СЦТ, в том числе по 103 субтехнологиям.
- Использовались методы прямого анкетирования (250 организаций), экспертной оценки (свыше 1000 организаций), методы обработки больших данных, качественного и количественного анализа текстовой информации. На основании предложений, поступивших от экспертов ИТМО, МГУ, НАУРР, РУССОФТ и др. в список были дополнительно включены около 200 организаций. К регулярной работе с ПО «ЦЭ» было привлечено в общей сложности более 50 профильных экспертов.
- Особое внимание уделено компаниям/организациям, являющимся лидерами бизнеса и входящим в состав экспертно-аналитического сообщества, тесно сотрудничающего с органами государственной власти в специализированных советах, комитетах и др., а так же отмеченным профессиональным сообществом в национальных рейтингах: советы/комитеты РСПП, ТПП РФ, Госдумы, Минкомсвязь, Минобрнауки, Рабочие группы НТИ, Центры компетенций НТИ, Рейтинги: Национальные чемпионы, Рэнкинг TAdviser100, РБК, IBS, Forbes, cNews, фонд Сколково.
- Детальный анализ на основе 17 критериев для организаций технологических лидеров – «ЛИЦ»/компания-лидера проведен через анкетирование организаций, 2 фокус-группы и их статистический анализ, и позволил отобрать перечень из более чем 460 организаций в разрезе субтехнологий по направлениям СЦТ, в том числе по 95 субтехнологиям (по 8 субтехнологиям не найдено соответствующих российских организаций). В список вошли компании, признанные на международном уровне (Яндекс, НОВАТЭК, др.), научные организации (ВНИИЭФ, Институт системного программирования, др.), университеты (СПб Политехнический Университет, НИТУ МИСИС, др.), а так же стартапы и малые инновационные предприятия (ДАТАДВАНС, КЛОВЕР ГРУПП, др.), деятельность которых формирует технологический ландшафт развития цифровых технологий в Российской Федерации.
- Список организаций, претендующих на статус «ЛИЦ»/компания-лидеры включает 210 организаций в разрезе субтехнологий по направлениям СЦТ (по 6 субтехнологиям претенденты не были установлены), еще более 250 организаций вошли в список компаний, формирующих технологический ландшафт развития цифровых технологий. Таким образом, практически по каждой субтехнологии в России есть «сильная» технологическая компания/организация.
- Анализ регионального среза выявил традиционных «инновационных» лидеров (Москва, Санкт-Петербург, Республика Татарстан, Томская, Нижегородская области и др.), а также показал наличие экономики мощных субъектов РФ (ХМАО, Краснодарский край и др.) на территории которых не ведутся исследования и разработки по направлениям СЦТ. При этом среди экономически «слабых» регионов (Новосибирская, Ярославская и Калининградская области) выявлены субъекты РФ с повышенной активностью в области «сквозных» технологий.
- Среди организаций, входящих в контур ГК «Росатом» и имеющих высокий уровень заделов, могут претендовать на получение статуса «ЛИЦ» – ВНИИА, ВНИИЭФ, ПО "СТАРТ", ОКБМ, НИИЭФА, Элерон, АСЭ, Атомэнергомаш, Росэнергоатом.

Общее число исходных записей в базах данных: 40 млн. записей.

Отобрано свыше 4 000 организаций по результатам анализа НИОКТР и патентов.

Анкетирование, 2 фокус-группы, 50 экспертов.

Составлен приоритетный список из 460 организаций технологических лидеров по 95 субтехнологиям.

Отобраны кандидаты в «ЛИЦ»/компания-лидеры – 210 организаций, в том числе 102 производственные компании/организации.

Определены 37 субъектов РФ, имеющих «ЛИЦ»/компания-лидеры по 89 субтехнологиям СЦТ.

\* «ЛИЦ» (здесь и далее – лидирующий исследовательский центр) и компания-лидеры («КЛ») – типы «организации технологические лидеры» (Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», распоряжение Правительства РФ 1632-р, 27 июля 2017 г.)