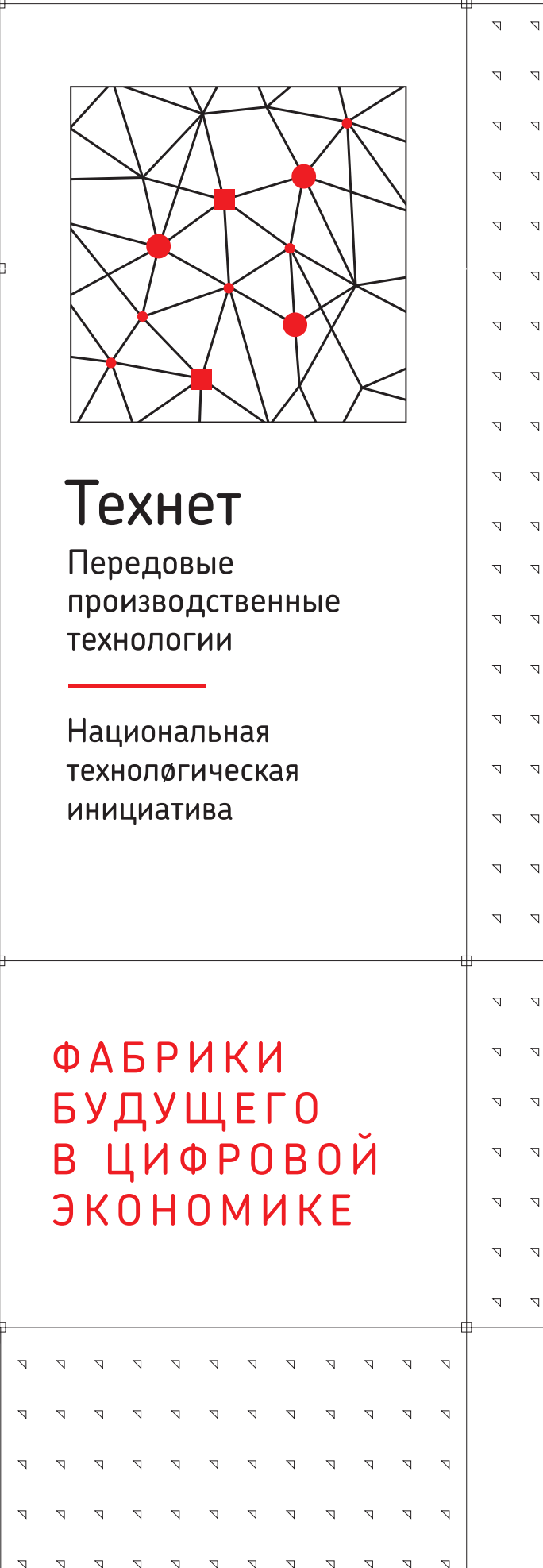


Технет

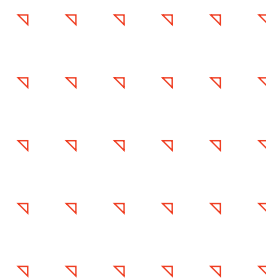
Передовые
производственные
технологии

Национальная
технологическая
инициатива

**ФАБРИКИ
БУДУЩЕГО
В ЦИФРОВОЙ
ЭКОНОМИКЕ**



1

ЦИФРОВАЯ
ТРАНСФОРМАЦИЯ

Сегодня мир стоит на пороге развития экономики нового технологического поколения – Цифровой экономики (Digital Economy), основанной на данных, точнее, с нашей точки зрения, экономики, развитие которой **определяется «умными» данными**. Центральное место в экономике занимает сфера материального производства – высокотехнологичная промышленность, которая должна отвечать требованиям глобальной конкурентоспособности, эффективности и высокой производительности труда.

Для удовлетворения этим требованиям в мире стремительно развиваются тотальная дигитализация, автоматизация и интеллектуализация промышленности, осуществляется переход к киберфизическим системам, происходит объединение материального и цифрового / виртуального миров. Эти глобальные технологические изменения сопровождаются развитием принципиально новых бизнес-процессов на всех уровнях.

В ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЛЕЖИТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ППТ), РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ КОТОРЫХ ПОСВЯЩЕНЫ МАСШТАБНЫЕ ПРОГРАММЫ В ЦЕЛОМ РЯДЕ ВЕДУЩИХ СТРАН — ADVANCED MANUFACTURING PARTNERSHIP В США, INDUSTRIE 4.0 В ГЕРМАНИИ, FACTORIES OF THE FUTURE В ЕВРОПЕЙСКОМ СОЮЗЕ, MADE IN CHINA 2025 В КИТАЕ И ДР.

В России ответом на вызовы новой экономической реальности стала **Национальная технологическая инициатива (НТИ)**.



«Мы обязаны думать о том, как мы будем решать перспективные проблемы. В этой связи предлагаю реализовать Национальную технологическую инициативу. На основе долгосрочного прогнозирования необходимо понять, с какими задачами Россия столкнется через 10–15 лет, какие передовые решения потребуются для того, чтобы обеспечить национальную безопасность, качество жизни людей, развитие отраслей нового технологического уклада».

Президент Российской Федерации
В.В. Путин
из Послания Федеральному Собранию
4 декабря 2014 г.

Важность передовых производственных технологий (ППТ) в рамках Национальной технологической инициативы определяется тем, что они являются «сквозными», то есть применимыми для большинства перспективных рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности. Формирование в России научно-технологического задела по ППТ позволит создать глобально конкурентоспособные высокотехнологичные продукты и сервисы.

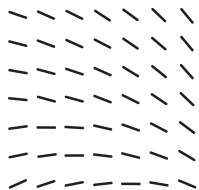
2

ЧТО ТАКОЕ НТИ?

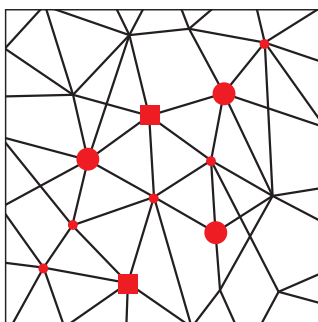


Национальная технологическая инициатива (НТИ) — это программа мер по формированию принципиально новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства страны к 2035 г., которую в Послании Федеральному Собранию 4 декабря 2014 г. предложил реализовать Президент РФ В.В. Путин.

В РАМКАХ НТИ РОССИЯ СФОКУСИРУЕТ ВНИМАНИЕ НА ТЕХ РЫНКАХ, В КОТОРЫХ ЕСТЬ ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАТЬ ОТРАСЛИ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА, ЗНАЧИМЫЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ВЫСОКОГО УРОВНЯ ЖИЗНИ ГРАЖДАН.

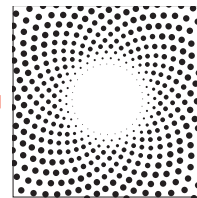


Энерджинет

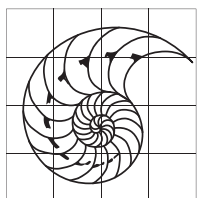


Технет

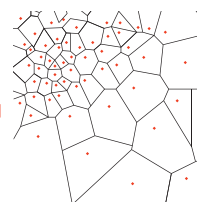
Кросс-рыночное и кросс-отраслевое направление, обеспечивающее технологическую поддержку развития рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности.



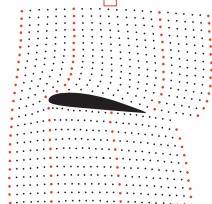
Фуднет



Сейфнет



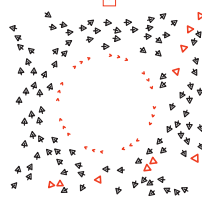
Хэлснет



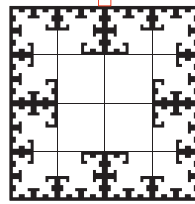
Аэронет



Маринет



Автонет



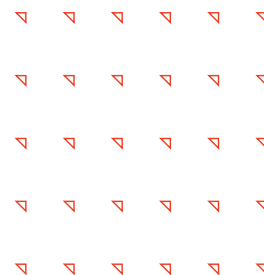
Финнет



Нейронет

3

ЧТО ТАКОЕ «ТЕХНЕТ»?



«ТЕХНЕТ» (ПЕРЕДОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ) — ЭТО КРОСС-РЫНОЧНОЕ И КРОСС-ОТРАСЛЕВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПОДДЕРЖКУ РАЗВИТИЯ РЫНКОВ НТИ И ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Направление «Технет» посвящено развитию и применению передовых производственных технологий (Advanced Manufacturing Technologies), внимание на которых было впервые сфокусировано на заседании президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России 16 сентября 2014 г. К этим технологиям в соответствии с концепцией НТИ относятся:

цифровое проектирование и моделирование как совокупность технологий компьютерного проектирования (Computer-Aided Design, CAD); математического моделирования, компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга (Computer-Aided Engineering, CAE, и High Performance Computing, HPC) и оптимизации (Computer-Aided Optimization, CAO); технологической подготовки производства (Computer-Aided Manufacturing, CAM), в том числе нового поколения, ориентированной на аддитивное производство (Computer-Aided Additive Manufacturing, CAAM); бионического дизайна ((Simulation & Optimization)-Driven Bionic Design); «умных» моделей; «цифровых двойников» (Smart Digital Twin); технологий управления данными о продукте (Product Data Management, PDM) и технологий управления жизненным циклом изделий (Product Lifecycle Management, PLM);

новые материалы (в первую очередь, композиционные материалы, метаматериалы, металлопорошки для аддитивного производства);

аддитивные технологии, включая 3D-принтеры, технологии, подходы и способы работ с исходными материалами, разработка и эксплуатация расходных материалов и набор услуг по 3D-печати;

CNC-технологии и гибридные технологии, включая станки и технологии оборудования с числовым программным управлением, приводную технику, гибридные многофункциональные технологии обработки;

промышленная сенсорика — внедрение «умных» сенсоров и инструментов управления (контроллеров) в производственное оборудование, в помещение на уровне цеха или фабрики в целом;

технологии робототехники, прежде всего, гибкие производственные ячейки;

информационные системы управления предприятием (Industrial Control System — ICS, Manufacturing Execution System — MES, Enterprise Resource Planning — ERP, Enterprise Application Software — EAS);

Big Data — генерация, сбор, хранение, управление, обработка и передача больших данных, в первую очередь, «умных» больших данных (Smart Big Data);

индустриальный Интернет;

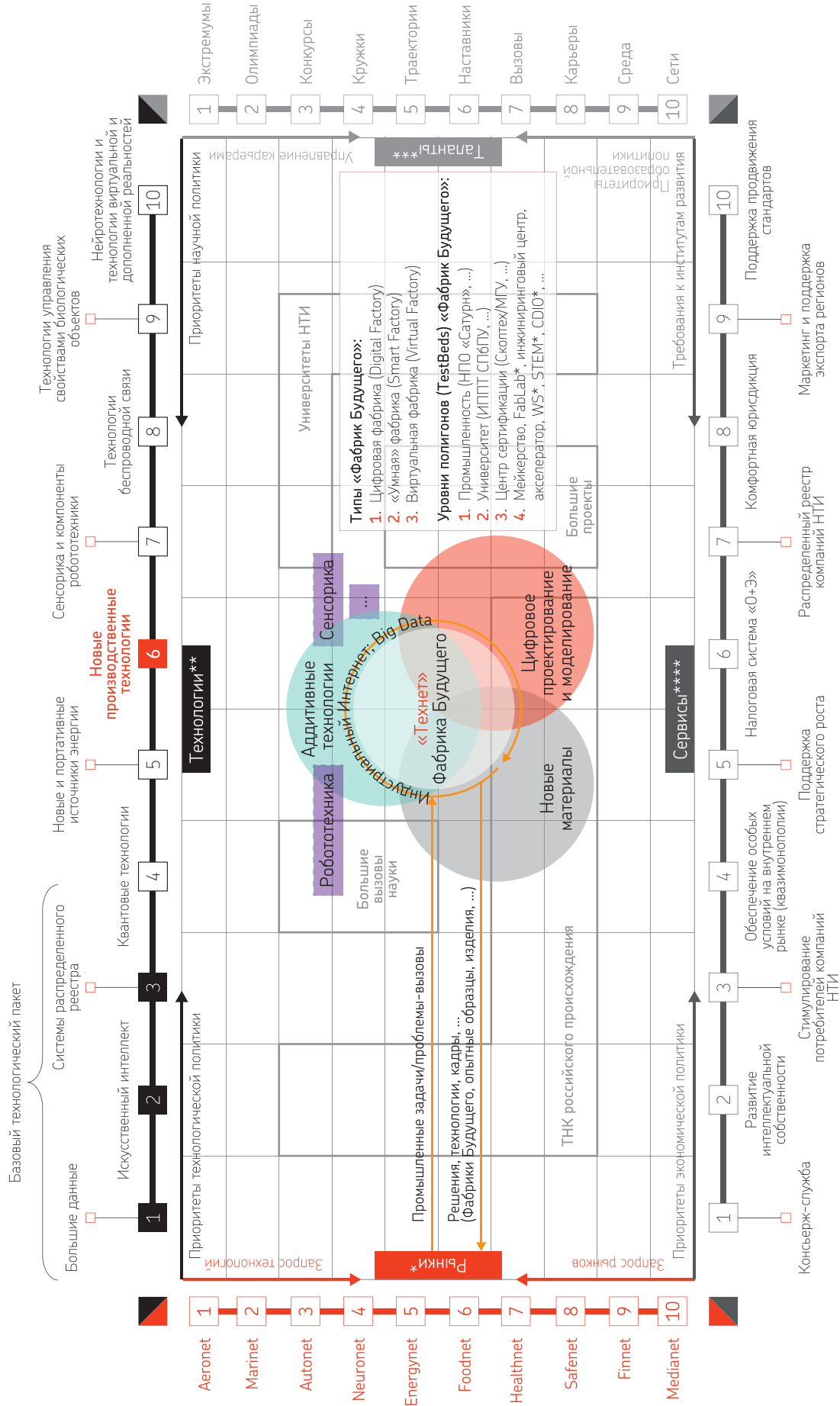
технологии виртуальной и дополненной реальности;

экспертные системы и искусственный интеллект.

Ни одна из передовых производственных технологий, взятая в отдельности, не способна предоставить долгосрочного конкурентного преимущества на рынке. Необходимы системы комплексных технологических решений, обеспечивающие в кратчайшие сроки проектирование и производство **глобально конкурентоспособной** продукции нового поколения. В терминологии дорожной карты они называются **Цифровыми, «Умными», Виртуальными Фабриками Будущего** (Digital, Smart, Virtual Factories of the Future), которые необходимо формировать из лучших технологий мирового уровня.

Национальная технологическая инициатива

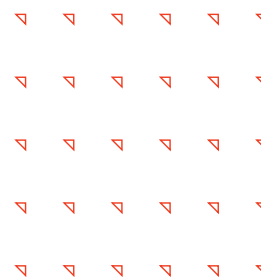
МАТРИЦА НТИ



Источник: ИППТ СПбПУ по материалам АСИ

* Утверждено
 ** Предварительно согласовано
 *** Идет обсуждение
 **** Сервисы поддержки экспорта

4

МНОГОУРОВНЕВАЯ
СТРУКТУРА
ФАБРИК БУДУЩЕГО

ФАБРИКИ БУДУЩЕГО — ЭТО ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ТИП СИСТЕМЫ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ (СПОСОБ КОМБИНИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ), КОТОРЫЙ ИМЕЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- создание цифровых платформ, своеобразных экосистем передовых цифровых технологий. На основе предсказательной аналитики и больших данных платформенный подход позволяет объединить территориально распределенных участников процессов проектирования и производства, повысить уровень гибкости и кастомизации с учетом требований потребителей;
- разработка системы цифровых моделей как новых проектируемых изделий, так и производственных процессов. Цифровые модели должны обладать высоким уровнем адекватности реальным объектам и реальным процессам (конвергенция материального и цифрового миров, порождающих синергетические эффекты);
- цифровизация всего жизненного цикла изделий (от концепт-идеи, проектирования, производства, эксплуатации, сервисного обслуживания и до утилизации). Чем позже вносятся изменения, тем их стоимость больше, а потому «центр тяжести» смещается в сторону процессов проектирования, в рамках которых закладываются характеристики глобальной конкурентоспособности или высокие потребительские требования.

На этапе формирования Фабрик Будущего происходит и формирование новых ключевых компетенций, например:

- быстрая кастомизация отклика на запросы Рынка или Заказчика;
- использование системных подходов (системный инжиниринг), когда необходимо в каждый момент времени держать в поле зрения всю систему, все ее взаимодействующие компоненты;
- формирование многоуровневой матрицы целевых показателей и ограничений как основы нового проектирования, значительно снижающего риски, объемы натурных испытаний и объемы работ, связанных с «доводкой изделий и продукции на основе испытаний»;
- разработка и валидация («сравнение с экспериментами») математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным объектам и реальным процессам – так называемые «умные» модели;
- управление изменениями на протяжении всего жизненного цикла;
- «цифровая сертификация», основанная на тысячах виртуальных испытаний как отдельных компонентов, так и всей системы в целом.

МНОГОУРОВНЕВАЯ СТРУКТУРА ФАБРИК БУДУЩЕГО

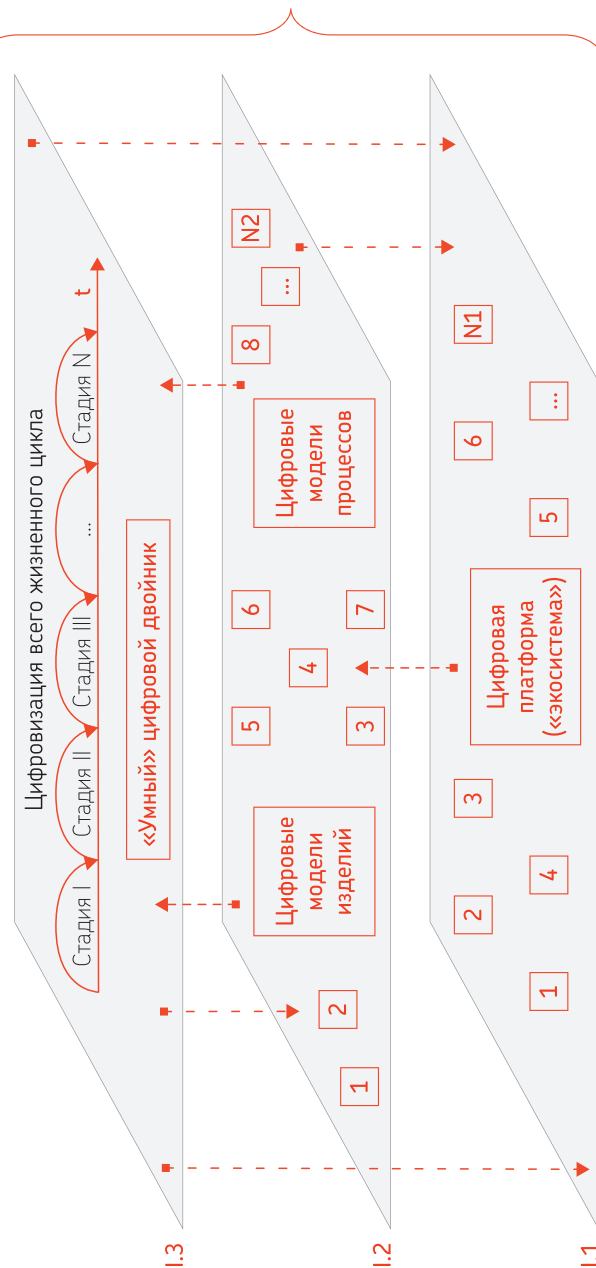
Национальная технологическая инициатива

- I. Фабрика Будущего — это определенный тип системы бизнес-процессов (способ комбинирования бизнес-процессов), который имеет следующие характеристики:
 - I.1 Создание цифровой платформы («экосистема»);
 - I.2 Разработка систем цифровых моделей изделий и процессов;
 - I.3 Тотальная цифровизация всего жизненного цикла изделий (CAx, PLM, MES, ERP, ...)

- ### II. Кадры («Фабрики Будущего»):
1. «Инженерный спецназ»;
 2. ФГОС (прикладная магистратура,...);
 3. Профессиональные стандарты;
 4. ...

- ### III. Система регламентов («регуляторика»):
1. «Быстрые победы» >> Лучшие практики >> Регламенты >> ...
 2. Сертификация («цифровая сертификация» на основе валидированных математических моделей);
 3. ...

«ТЕХНЕТ» (ПЕРЕДОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ)

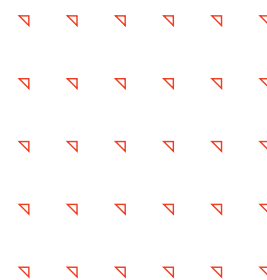


Основные компетенции:

1. Проблема-вызов — быстрая кастомизация отклика на запрос Заказчика;
2. Системный инжиниринг;
3. Многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсов / ограничений (~10⁴-10⁵);
4. Разработка и валидация математических моделей с высоким уровнем адекватности;
5. Жизненный цикл (CAx, PLM, MES, ERP...);
6. Контроль качества на входе и на выходе (широкое применение виртуальных испытаний — «цифровая сертификация»);
7. Система мотивации;
8. ...

Источник: ИППТ СПбПУ по материалам рабочих совещаний помощника Президента РФ А.Р. Белоусова с руководством РГ «Технет»

5

ФАБРИКИ БУДУЩЕГО.
КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ**ЦИФРОВЫЕ ФАБРИКИ (DIGITAL FACTORY) —**

системы комплексных технологических решений, обеспечивающие в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения от стадии исследования и планирования, когда закладываются базовые принципы изделия, и заканчивая созданием цифрового макета (Digital Mock-Up, DMU), «цифрового двойника» (Smart Digital Twin), опытного образца или мелкой серии («безбумажное производство», «всё в цифре»). Цифровая фабрика подразумевает наличие «умных» моделей продуктов или изделий (машин, конструкций, агрегатов, приборов, установок и т. д.) на основе новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования (Smart Big Data)-Based [Advanced SuperComputer (Simulation & Optimization)]-Driven (Advanced Design & Advanced Manufacturing).

«УМНЫЕ» ФАБРИКИ (SMART FACTORY) —

системы комплексных технологических решений, обеспечивающие в кратчайшие сроки производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения от заготовки до готового изделия, отличительными чертами которого является высокий уровень автоматизации и роботизации, исключая человеческий фактор и связанные с этим ошибки, ведущие к потере качества («безлюдное производство»). В качестве входного продукта «Умных» фабрик, как правило, используются результаты работы Цифровых фабрик. «Умная» фабрика обычно подразумевает наличие оборудования для производства – станков с числовым программным управлением, промышленных роботов и т. д., а также автоматизированных систем управления технологическими процессами (Industrial Control System, ICS) и систем оперативного управления производственными процессами на уровне цеха (Manufacturing Execution System, MES).

ВИРТУАЛЬНЫЕ ФАБРИКИ (VIRTUAL FACTORY) —

системы комплексных технологических решений, обеспечивающие в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения за счет объединения Цифровых и (или) «Умных» фабрик в распределенную сеть. Виртуальная фабрика подразумевает наличие информационных систем управления предприятием (Enterprise Application Systems, EAS), позволяющих разрабатывать и использовать в виде единого объекта виртуальную модель всех организационных, технологических, логистических и прочих процессов на уровне глобальных цепочек поставок (поставки => производство => дистрибуция и логистика => сбыт => послепродажное обслуживание) и (или) на уровне распределенных производственных активов.

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ/СЛОИ ФАБРИКИ БУДУЩЕГО

Национальная технологическая инициатива

**ЦИФРОВАЯ ФАБРИКА
DIGITAL FACTORY**




Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования («без прототипа», виртуальные испытания, оптимизация, «цифровая сертификация»)

**«УМНАЯ» ФАБРИКА
SMART FACTORY**

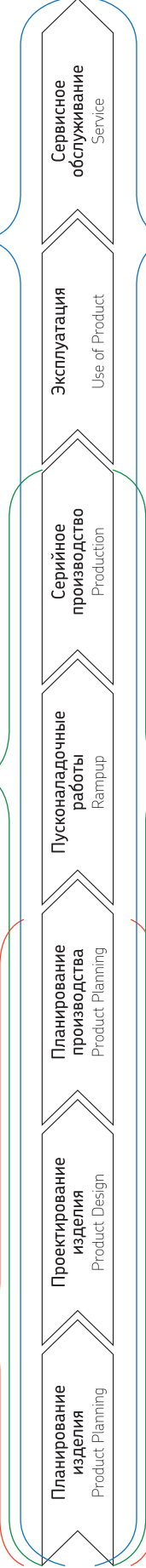


Гибкое (быстро перенастраиваемое) производство и массовая кастомизация

**ВИРТУАЛЬНАЯ ФАБРИКА
VIRTUAL FACTORY**



Распределенное сетевое производство



Технологии:

- Цифровое проектирование и моделирование (CAD/CAE/CPD/CAO/CAM/CAAM/PDM/PLM)
- Новые материалы и конструкции, включая сертификацию
- Аддитивные и гибридные технологии
- CNC-технологии
- Smart Big Data (управление расчетными данными)

Эффекты:

- Сокращение числа ошибок при проектировании
- Сокращение переделок и производственных отходов
- Сокращение срока вывода продуктов на рынок

Продукт:

- Цифровой макет (DMU)
- «Цифровой двойник» (Smart Digital Twin)
- Опытный образец и/или мелкая серия

Уровень готовности технологий:

- TRL 1 — TRL 9
- MRL 1 — MRL 10

Технологии Цифровой фабрики

Технологии:

- Промышленные роботы
- MES- и ICS-системы
- Сенсорика
- Индустриальный Интернет
- Big Data

Эффекты:

- Сокращение отхода- и энергоемкости производства
- Повышение производительности
- Сокращение предпусковых/предостановочных операций

Продукт:

- Серийное изделие

Уровень готовности технологий:

- TRL 4 — TRL 9
- MRL 4 — MRL 10

Технологии Цифровой фабрики

Технологии «Умной» фабрики

Технологии:

- Информационные системы управления предприятием (ERP, CRM, SCM...)

Эффекты:

- Повышение добавленной стоимости продуктов
- Увеличение занятости
- Прозрачность цепочек поставок
- Защита интеллектуальной собственности

Продукт:

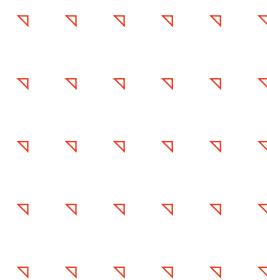
- Цепочка поставщиков
- Опытный образец и/или мелкая серия
- Серийное изделие

Уровень готовности технологий:

- TRL 1 — TRL 9
- MRL 1 — MRL 10

Источник: ИППТ СПбПУ по материалам Европейской комиссии

6

ЦЕЛЕВЫЕ ОРИЕНТИРЫ
«ТЕХНЕТ»

Дорожная карта «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы была одобрена 14 февраля 2017 г. на заседании президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России, проведенном Председателем Правительства Российской Федерации Д.А. Медведевым.



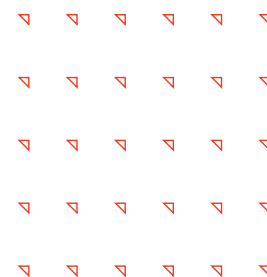
«В дорожной карте «Технет» речь идёт о перспективных производственных технологиях. Это целый набор решений, которые революционным образом меняют индустриальное производство, делают его эффективным, автоматизированным, позволяют оцифровать все стадии оборота продукта – от самой инженерной мысли до утилизации».

Председатель Правительства Российской Федерации
Д.А. Медведев

Целями дорожной карты «Технет» НТИ являются:

- формирование комплекса ключевых компетенций, обеспечивающих интеграцию передовых производственных технологий и бизнес-моделей для их распространения в качестве Фабрик Будущего первого и последующего поколений;
- создание глобально конкурентоспособной кастомизированной / персонализированной продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности.

7

ФАБРИКИ БУДУЩЕГО.
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ
ПОЛИГОНЫ (TESTBEDS)

Для того чтобы формировать Фабрики Будущего, отбирая и комплексирова различные лучшие в мире технологии с добавлением собственных кросс-отраслевых интеллектуальных ноу-хау, необходимо иметь место, где их можно было бы опробовать на практике, в среде, отвечающей реальным условиям. Для этих целей дорожной картой «Технет» в 2017–2019 гг. предусмотрен запуск трех испытательных полигонов (TestBeds):

- испытательного полигона для генерации Цифровых, «Умных», Виртуальных Фабрик Будущего на базе первого в России Института передовых производственных технологий СПбПУ с участием группы компаний CompMechLab



- испытательного полигона Фабрики Будущего на базе НПО «Сатурн»



- экспериментально-цифровых центров сертификации на базе Сколковского института науки и технологий и МГУ им. М.В. Ломоносова

Skoltech

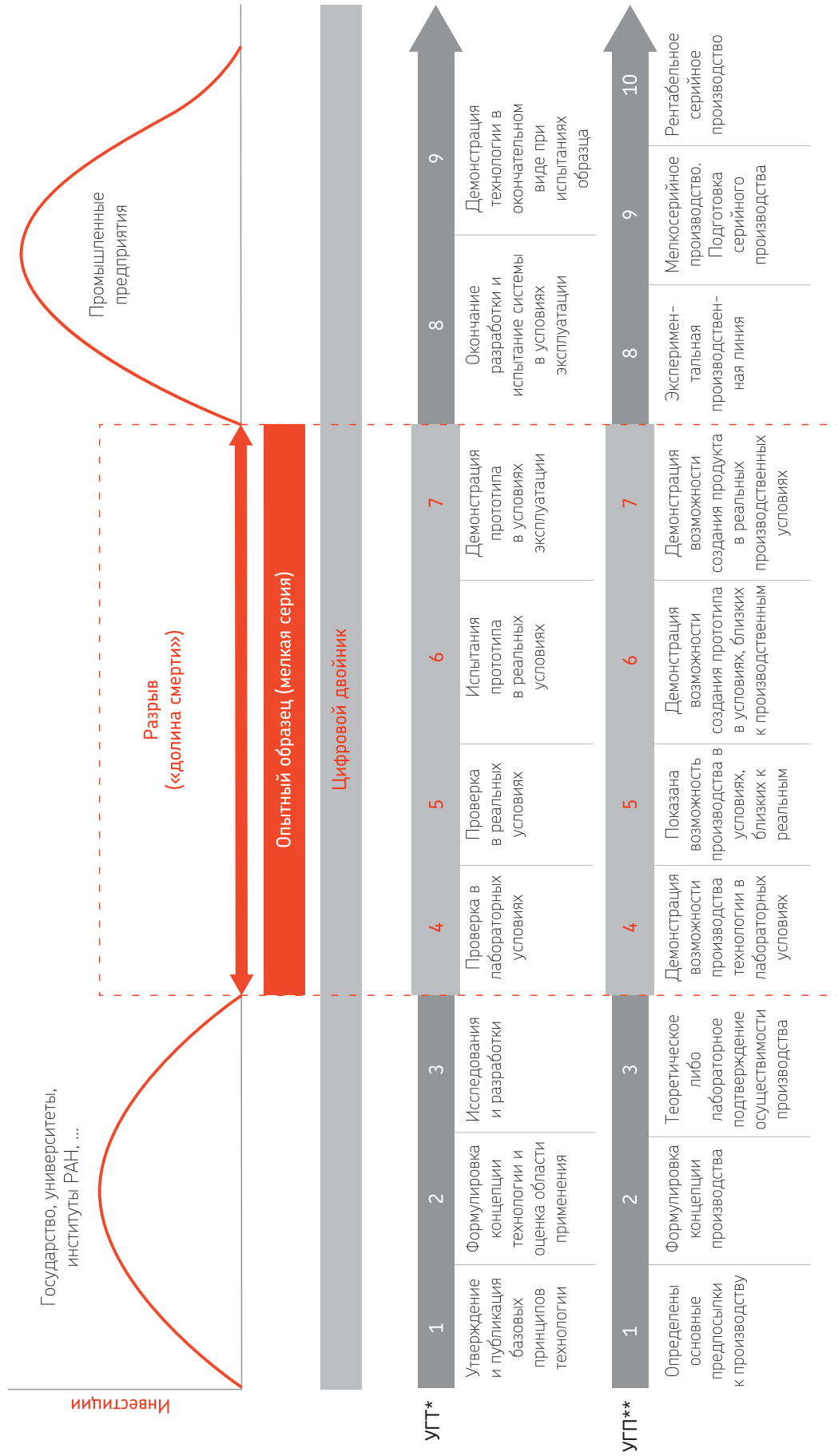
Сколковский институт науки и технологий



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

ФУНКЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ПОЛИГОНОВ «ТЕХНЕТ»

Национальная технологическая инициатива



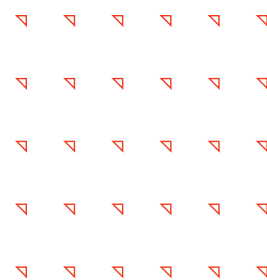
* Уровень готовности технологии (Technology Readiness Level, TRL)

** Уровень готовности производства (Manufacturing Readiness Level, MRL)

Источник: ИППТ СПбПУ по материалам Advanced Manufacturing Partnership, NASA

8

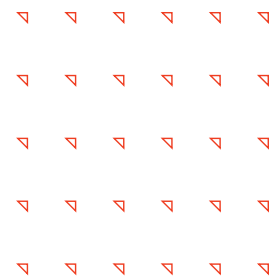
ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ДОРОЖНОЙ КАРТЫ В 2017–2019 ГГ.



1. Запуск пяти Фабрик Будущего в высокотехнологичных отраслях промышленности.
2. Создание Национального Центра тестирования, верификации и валидации программного обеспечения в области компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга, Национального сетевого Центра реверсивного инжиниринга и прототипирования и Центров трансфера ППТ, исследований, обучения и поддержки экспорта «Технет» НТИ (в Китае и Европе).
3. Запуск системы акселерации с участием ИППТ СПбПУ, НПО «Сатурн», Фонда «Сколково», РВК, других институтов развития и университетов для создания и продвижения компаний, бизнес которых основан на передовых производственных технологиях или компаний, создающих новые технологические решения или компетенции в сфере ППТ.
4. Подготовка перечня рекомендаций по уточнению мероприятий государственных программ, обеспечивающих развитие передовых производственных технологий.
5. Популяризация передовых производственных технологий.
6. Создание всероссийской ассоциации «Технет» НТИ и др.

9

РАБОЧАЯ ГРУППА «ТЕХНЕТ»



Боровков А.И.

Лидер (соруководитель) рабочей группы, проректор по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого



Осьмаков В.С.

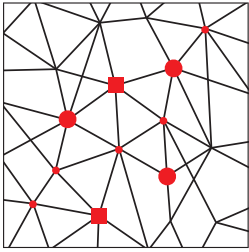
Соруководитель рабочей группы, заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации



ОРГАНИЗАЦИИ-УЧАСТНИКИ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ:



ПЕРЕДОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



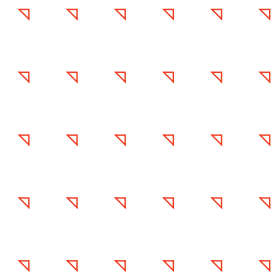
Технет

Национальная
технологическая
инициатива

Technet — айдентика сети

В основе айдентики лежит конечно-элементная сетка, используемая для построения конечно-элементных моделей. Метод конечных элементов является мировым стандартом де-факто в цифровом проектировании и моделировании — «сквозной» технологии, с которой начинается создание глобально конкурентоспособных продуктов для рынков будущего и высокотехнологичных отраслей промышленности. Узлы конечно-элементной сетки символизируют распределенную систему Цифровых, «Умных», Виртуальных Фабрик Будущего, динамично формируемых на основе передовых производственных технологий и компетенций мирового уровня. Логотипом является визуализация эволюции от конечно-элементной сетки к распределенной сети Фабрик Будущего.

ДЛЯ ЗАМЕТОК



www.nti.one
www.rvc.ru/nti

Подготовлено и напечатано при поддержке
ПАО «НПО «САТУРН» и группы компаний CompMechLab