



ЦЕНТР МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
И КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Тел.: 8-499-129-17-22, факс: 8-499-129-09-22, e-mail: mail@forecast.ru, http://www.forecast.ru

Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН

# **Научно-технологическая модернизация: некоторые важные компоненты**

**Заседание "Технологические сдвиги в российской экономике: возможности  
и ограничения",**

*Секция управления экономикой, Центральный дом учёных*

Москва, 03.03.2022 г.

**Зав. лабораторией № 26 ИНП РАН,  
Руководитель направления ЦМАКП, к.э.н.**

**Д.Р. Белоусов**

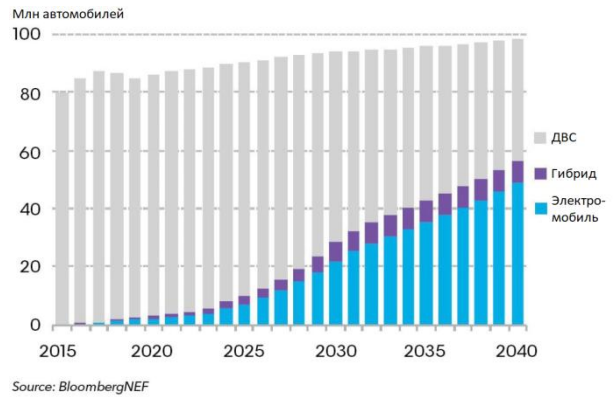
## Проблемная ситуация

**В мире - сочетание трех модернизаций:**

1. Возникновение новых технологий и рынков, способных качественно изменить ситуацию на мировых («сильный ИИ», робототехника, виртуализация путешествий и образования, цифровизация подготовки и реализации бизнес-решений, беспилотная доставка, низкоуглеродная энергетика и транспорт).
2. Сочетание проникновения в традиционные отрасли новейших технологий, ведущих к трансформации отраслевых стандартов и диффузии «прежних новых технологий» (станки с ЧПУ, солнечные панели, ИКТ 3G, ... ( в страны с дешевыми природными и трудовыми ресурсами (молодым населением; Индонезия, Африка,...)).
3. **Ключевые рынки энергетических и сырьевых товаров как минимум, стабилизируются по объёмам.** Возможно, использование (прежде всего, ЕС) экологических и углеводородных стандартов как инструментов вытеснения конкурентов с маргинальных рынков.

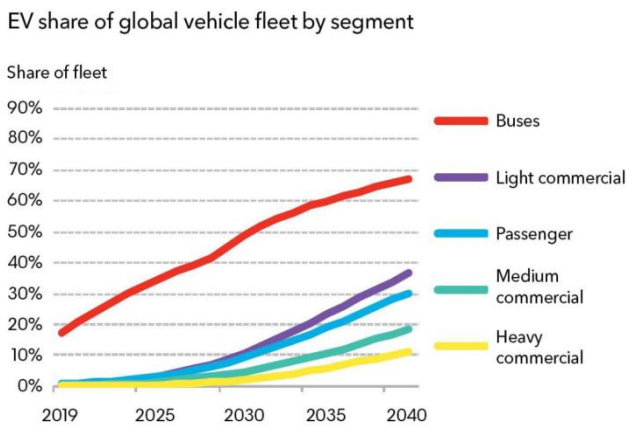
*В новых условиях факторы 2 и 3 особенно важны. С одной стороны, по мере выдавливания нашей страны с наиболее развитых рынков потребует усиливать позиции на менее требовательных рынках развивающихся стран (особенно «высокомаржинальных»). Но именно на них усилится конкуренция, подстёгиваемая проникновением в развивающиеся страны технологий «предшествующей волны». С другой стороны – с учётом долгосрочной тенденции к повышению энергоэффективности / снижению «углеродного следа» в экономике, плюс вероятного ужесточения условий поставок из России приведёт, очевидно, к сжатию ренты, как ресурса для развития.*

## Глобальные продажи автомобилей по типам двигателя



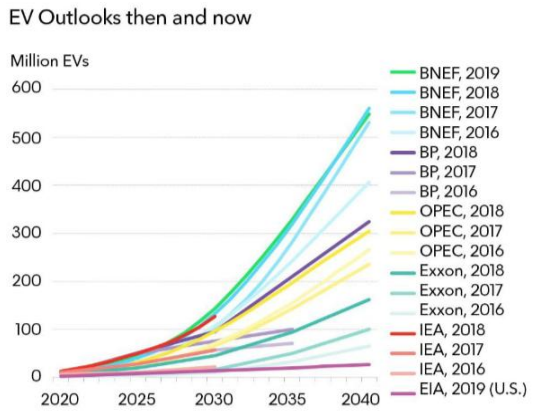
BloombergNEF. Electric vehicle outlook 2019

## Доля электромобилей в глобальном парке по сегментам



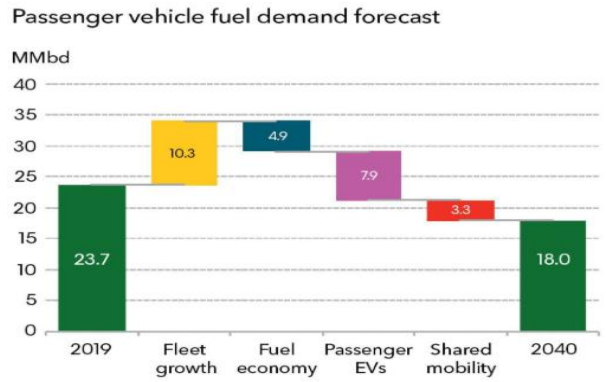
BloombergNEF. Electric vehicle outlook 2019

## Изменения прогнозов развития электромобилей



BloombergNEF. Electric vehicle outlook 2019

## Спрос на топливо со стороны пассажирского транспорта (прогноз)



Источник: BloombergNEF. Electric vehicle outlook 2019

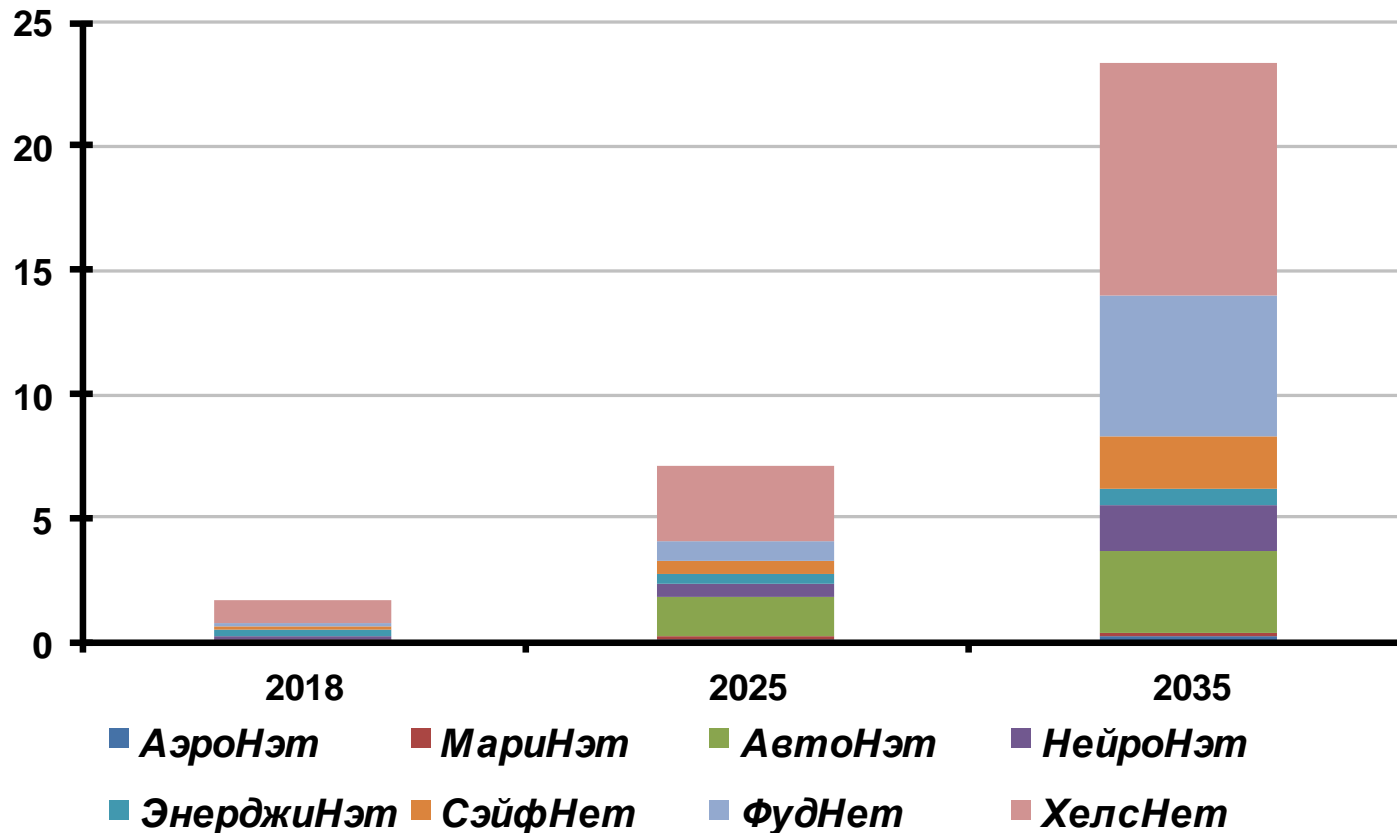
Цифровые технологии – новая платформа в развитии как традиционных, так и новых отраслей промышленности. Наиболее очевидные направления – информационно-коммуникационные технологии (интенсивное развитие уже идет), биотехнологии (на горизонте 2020-2030 гг.), робототехника (2020-2030 гг.), новые материалы (нанотехнологии и др.), новая энергетика, когнитивные технологии.

Основные эффекты цифровой трансформации для промышленности:

1. Формирование «платформенной экономики» - превращение транснациональных компаний, контролирующей цифровые платформы, в центры капитализации и, главное – хранителей массивов «больших данных» о поведении других субъектов экономики, сделках и т.д. **Это делает их реальными центрами экономической гегемонии в новой экономике**
2. Минимизация транзакционных издержек, «уберизация» транспортно-логистических и иных вспомогательных услуг.
3. Расширение возможностей выхода на рынки, включая глобальные, даже для малых и средних компаний. Преодоление «проклятия» привязки к традиционному поставщику узлов и агрегатов.
4. Оптимизация технологических процессов - экономия материальных, энергетических, временных ресурсов.
5. Возможность быстрой кастомизации продукции, в том числе в рамках массового автоматизированного производства.
6. Формирование качественно новых рынков (например, рынка беспилотного транспорта);
7. Создание качественно новых материалов и веществ.
8. Изменение экологических характеристик производственных процессов и свойств конечной продукции.
9. Изменение объемов и структуры спроса на человеческий капитал.

# Мировой новых технологических рынков к 2035 г. – более 23 трлн. долл. (15% глобального ВВП)

Объем мировых новых технологических рынков НИИ в 2018-2035 гг., трлн. долл.



## Российский научно-технологический комплекс: баланс сильных и слабых сторон

### Сильные стороны

- Довольно высокие масштабы комплекса. Страна имеет одни из крупнейших в мире расходов на НИОКР (примерно – 42 млрд. долл. по ППС, немного больше уровня Италии). В стране – шестой в мире по численности исследователей сектор НИОКР (406 тыс. исследователей – уровень Германии, Республики Корея, Великобритании и Франции).
- Страна располагает значительным набором уникального научно-экспериментального оборудования, оборудования как для «физического», так и для цифрового моделирования сложных технических и физических процессов.
- По отдельным направлениям естественно-научных исследований (ядерная физика, математика и т.д.) Россия имеет достаточно сильные позиции.

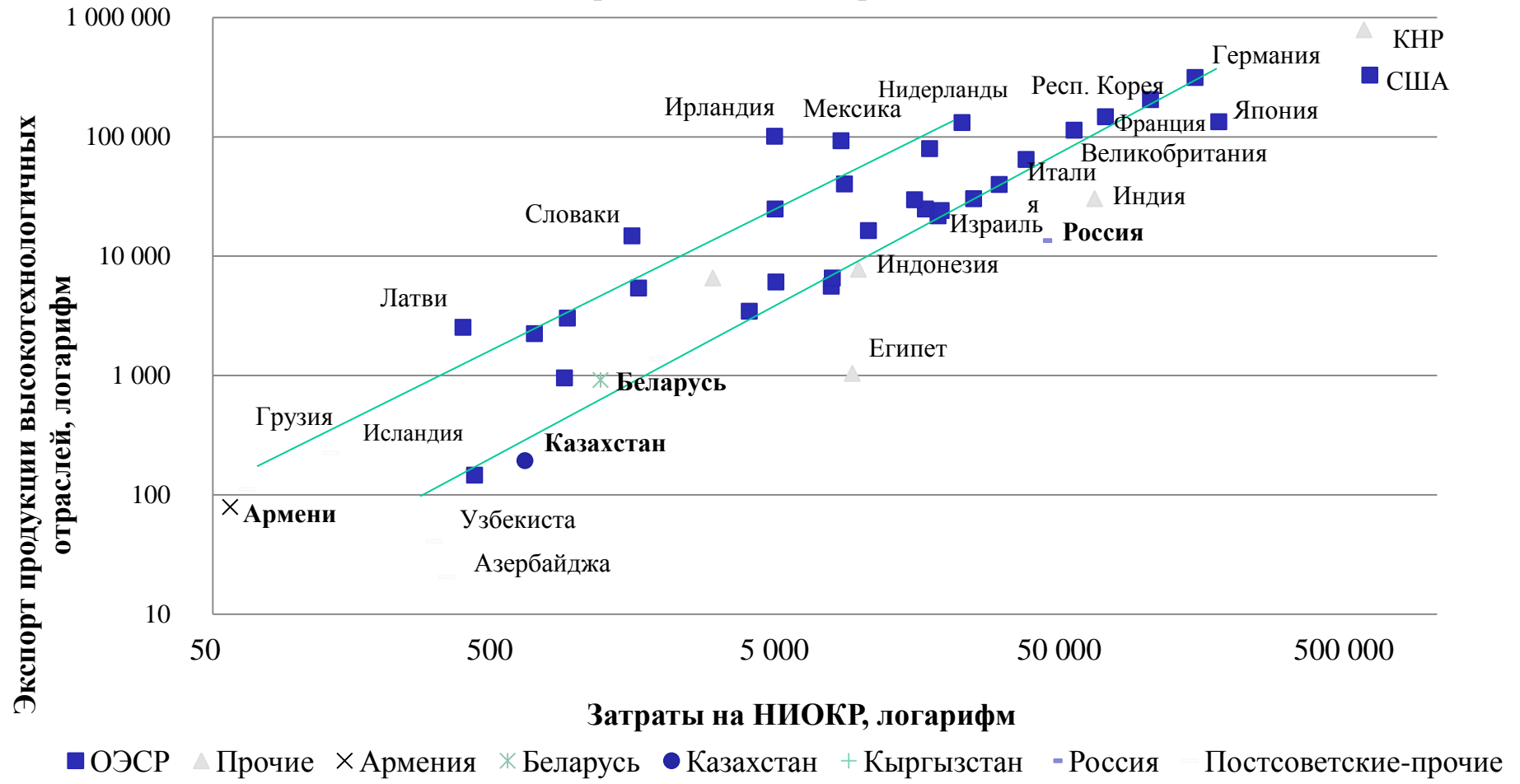
### Слабые стороны

- Чрезмерно широкий спектр исследований, низкая концентрация ресурсов по наиболее приоритетным направлениям. «Институализированный» конфликт приоритетов (РАН / ГНЦ / корпоративная наука)
- Зависимость по ряду ключевых компетенций от внешнего мира, особенно значительная в сфере электронной компонентной базы, химических реагентов и особо чистых веществ, прекурсоров для биохимических процессов, баз данных и алгоритмов инженерного назначения, отдельных узлов и агрегатов машин.
- Высокая значимость технологической безопасности – как в оборонной сфере, так и в более широком аспекте (информационной: контроль баз данных, наличие собственного инженерного, геологоразведочного, биомедицинского программного обеспечения; биомедицинский и т.д.). Необходимость срочной компенсации разрывов в кооперативных цепочках, включая саму науку

## Публикации российских авторов в Scopus в 2016-2020 годах

Область науки	Абсолютное количество публикаций российских авторов	Доля в общемировом количестве публикаций	Место России в мире
<b>Медико-социальные дисциплины</b>	<b>61401</b>	<b>1,29%</b>	<b>23 в мире</b>
Медицина	52926	1,31%	20 в мире
Сестринское дело	1526	0,53%	37 в мире
Ветеринария	529	0,42%	48 в мире
Стоматология	190	0,20%	51 в мире
Медицинские специальности	4945	2,45%	15 в мире
<b>Медико-биологические науки:</b>	<b>69257</b>	<b>1,95%</b>	<b>16 в мире</b>
Сельскохозяйственные и биологические науки	27138	2,20%	14 в мире
Биохимия, генетика и молекулярная биология	34860	1,95%	16 в мире
Иммунология и микробиология	8149	Н.д.	18 в мире
Нейронауки	4618	1,16%	23 в мире
Фармакология, токсикология и фармацевтика	8286	1,62%	17 в мире
<b>Все естественные науки</b>	<b>376377</b>	<b>4,41%</b>	<b>7 в мире</b>
Химические технологии	24631	3,07%	10 в мире
<b>Химия</b>	<b>58011</b>	<b>4,25%</b>	<b>7 в мире</b>
Компьютерные науки	58120	2,69%	11 в мире
<b>Науки о Земле</b>	<b>54238</b>	<b>6,97%</b>	<b>5 в мире</b>
<b>Энергетика</b>	<b>30224</b>	<b>4,03%</b>	<b>6 в мире</b>
<b>Инженерные науки</b>	<b>116435</b>	<b>3,47%</b>	<b>7 в мире</b>
Охрана окружающей среды	37936	3,57%	10 в мире
<b>Материаловедение</b>	<b>95284</b>	<b>5,44%</b>	<b>5 в мире</b>
<b>Математика</b>	<b>54618</b>	<b>4,53%</b>	<b>7 в мире</b>
<b>Физика и астрономия</b>	<b>139461</b>	<b>7,47%</b>	<b>4 в мире</b>
<b>Все социальные науки</b>	<b>69333</b>	<b>2,42%</b>	<b>12 в мире</b>
<b>Искусство и гуманитарные науки</b>	<b>21691</b>	<b>2,93%</b>	<b>9 в мире</b>
Бизнес, менеджмент и бухгалтерское дело	12127	2,46%	13 в мире
<b>Наука о принятии решений</b>	<b>10238</b>	<b>3,53%</b>	<b>8 в мире</b>
Экономика, эконометрика и финансы	11254	3,36%	10 в мире
Психология	4255	1,07%	22 в мире
Социальные науки	41205	2,52%	12 в мире

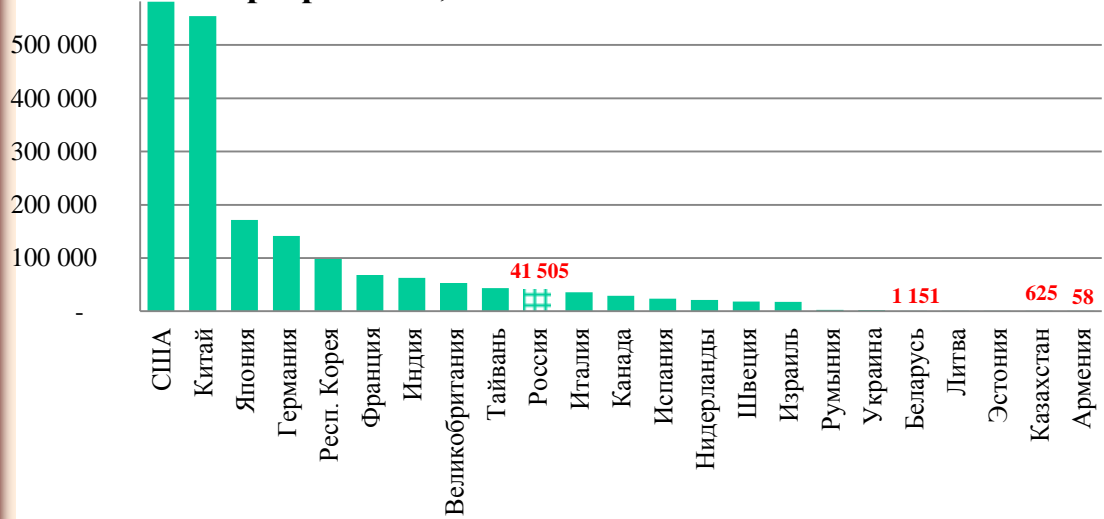
### Экспорт продукции высокотехнологичных отраслей и вооружений в зависимости от затрат на НИОКР (млрд. долл. по ППС)



Для России до «февральского» кризиса был характерен низкий уровень эффективности затрат на НИОКР (плохое соотношение затрат на НИОКР и экспорта), компенсируемой перераспределением ренты через госфинансирование. При дефиците ренты – возникает всего два разумных выхода: либо максимальная переориентация на спрос бизнеса (включая госкомпании, ИКТ, сельхозпроизводство и др.), либо переход в режим «умной консервации» в рамках РАН.

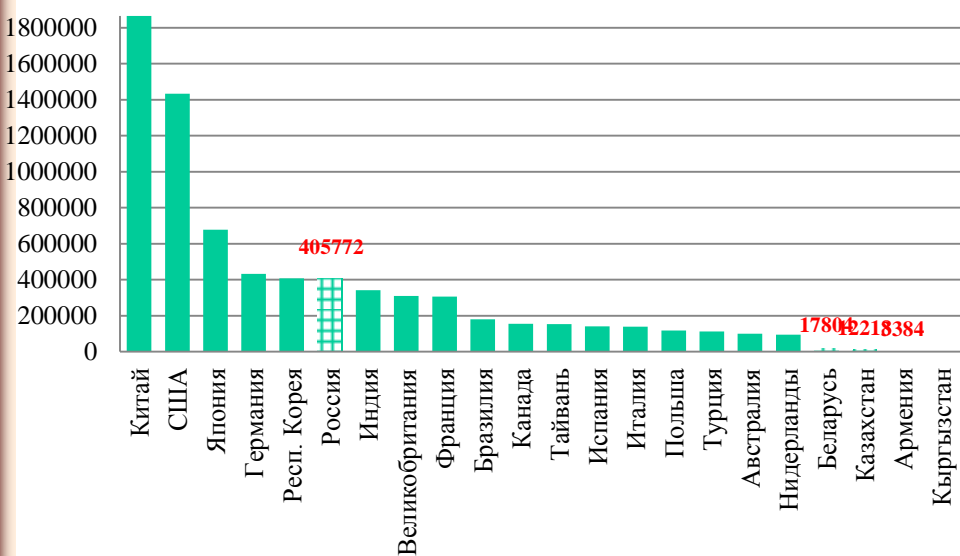


### Внутренние затраты на исследования и разработки, млн долл США по ППС

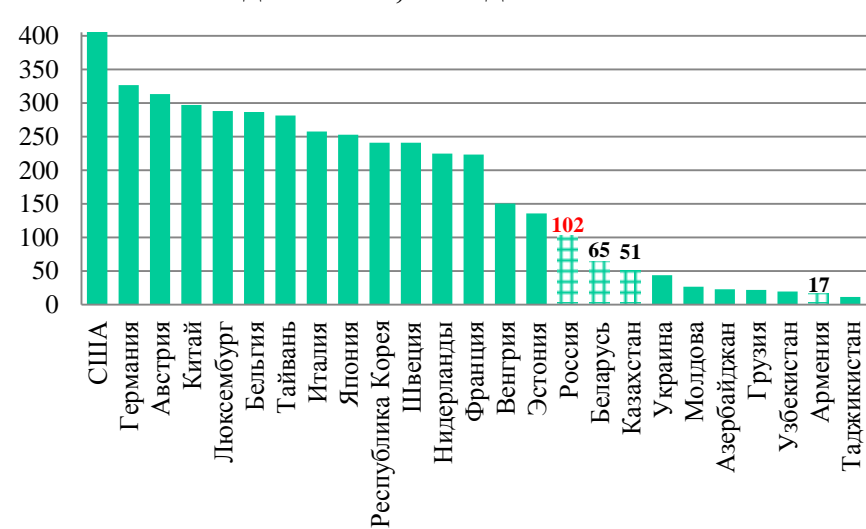


Уровень концентрации расходов на НИОКР в расчёте на одного исследователя существенно ниже уровня, обычного для технологически развитых стран. Это – результат сочетания широкого спектра приоритетов при ограниченном (гос)финансировании. Если ситуация сохранится, вероятно сжатие занятости в научно-технологической сфере, (переход занятых, например, в ИКТ в с постепенной утратой технологических заделов и инженерных школ. Альтернатива – рост затрат на НИОКР за счет корпоративного спроса (в т.ч. госкомпаний), что предполагает соответствующие изменения в самой науке.

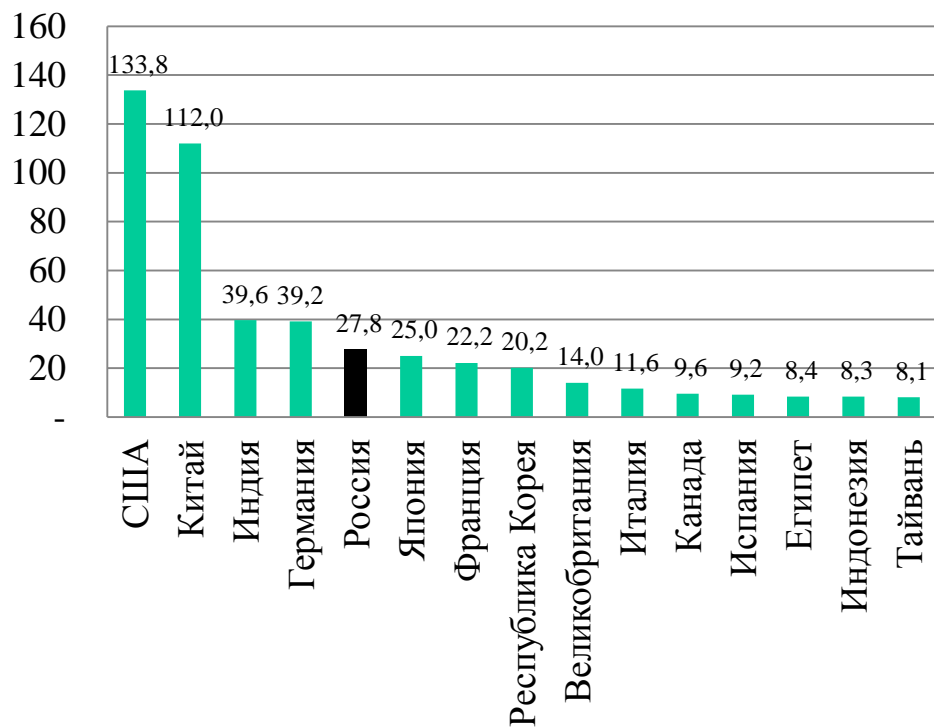
### Численность исследователей, чел в эквиваленте полной занятости



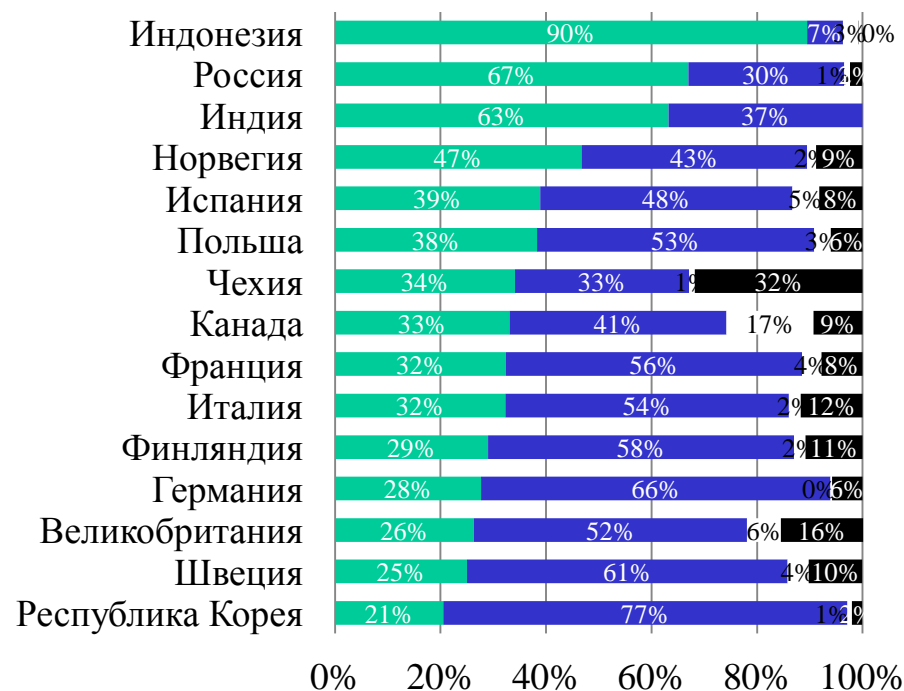
### Расходы на НИОКР в расчёте на 1 исследователя, тыс долл США по ППС



## Расходы государства на исследования и разработки, млрд долл по ППС, 2018 год



## Структура внутренних затрат на исследования и разработки по источникам финансирования, 2018 год



- Средства государства
- Средства предпринимательского сектора
- Другие национальные источники
- Иностраннне источники

Источник: Гохберг Л. М. и др. Индикаторы науки: 2021. – 2021

Особенностью России, при умеренном общем уровне расходов на НИОКР, был высокий по мировым меркам, уровень расходов государства на НИОКР – который вряд ли будет теперь расти. Важный резерв – «импорт НИОКР», порядка 1-1.5% ВВП (по оценке ИНП РАН) в год, вместе с ввозимыми «коробочными» технологическими решениями и оборудованием.

## Эффективность стимулирования технологического развития

**Возможности наращивать финансирования «технологий ради технологий» исчерпаны**

- дальнейший «фронтальный» рост финансирования науки и технологий – нереален из-за бюджетных ограничений;
- кроме того, «фронтальный» рост ведет к потере приоритезации – а значит, и крайне низкой концентрации ресурсов на действительно приоритетных и востребованных направлениях;
- низкая концентрация ресурсов, в свою очередь, ведет к малой эффективности российского высокотехнологического сектора. В итоге, значительные – на уровне европейских стран – расходы на НИОКР – крайне слабо трансформируются в рост высокотехнологичного экспорта, поступления с рынка технологий и т.д.;
- это, в свою очередь, ведет к превращению российской инновационной системы в «разомкнутую», когда российские расходы на НИОКР, фактически, работают на конкурентоспособность других экономик.

## В России сложилась модель «разомкнутой ИС»



## О задачах развития

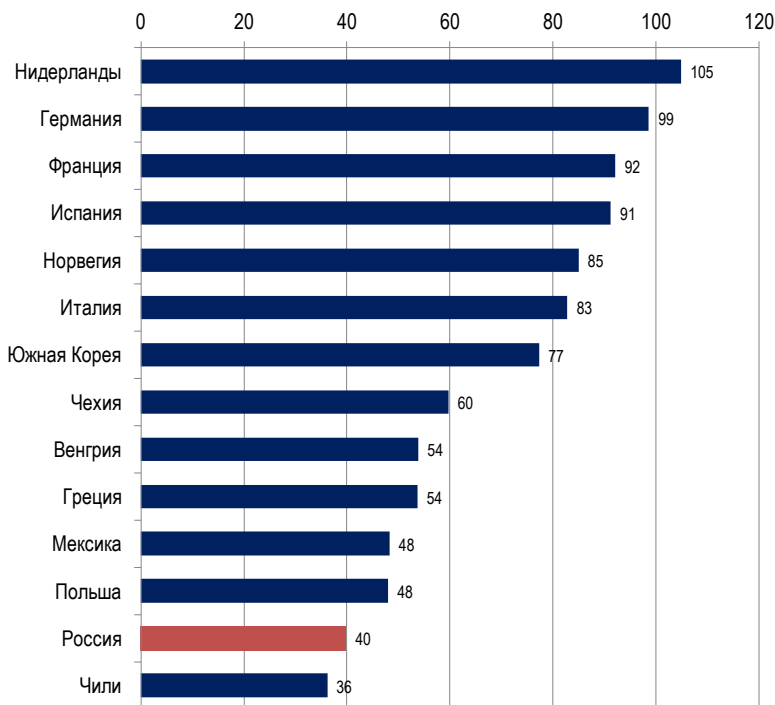
Из сложно выстроенной системы задач развития вытекает достаточно сложная структура необходимых действий. В целом, она описывается идеей «четырех взаимосвязанных модернизаций».

- обеспечения роста производительности труда, компенсируемого резким повышением профессиональной (переобучение занятых) и территориальной (доступное жилье, качественная инфраструктура) мобильности работников
- максимальной инвестиционной активности государства и частного бизнеса
- технологической модернизации массовых отраслей
- сочетание реализации государственных проектов и развития бизнесов, в том числе новых лежащих вне «инерционного структурного тренда», а также соответствующих экосистем

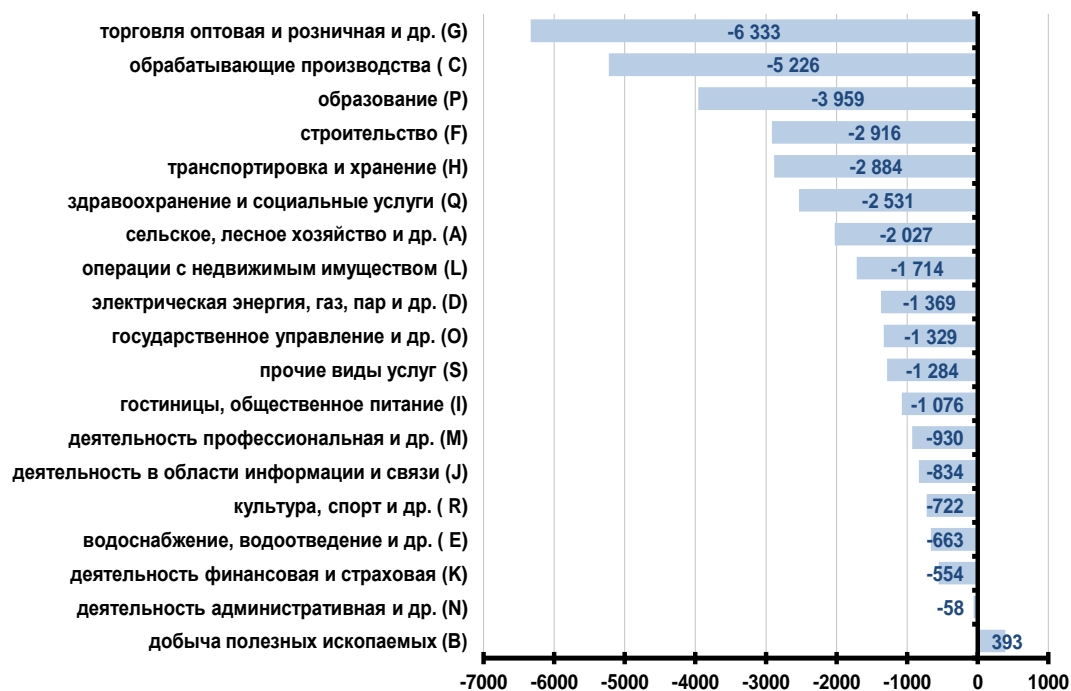
При этом, ключевой момент здесь – именно во взаимосвязи этих модернизаций

## При этом есть социальные ограничения на технологическое развитие на уровне

Производительность труда в базовых несырьевых отраслях в 2015-2017 гг. (тыс. долл. по ППС)



Потенциал высвобождения занятых при выходе на нынешний уровень производительности труда Италии (тыс. чел.)

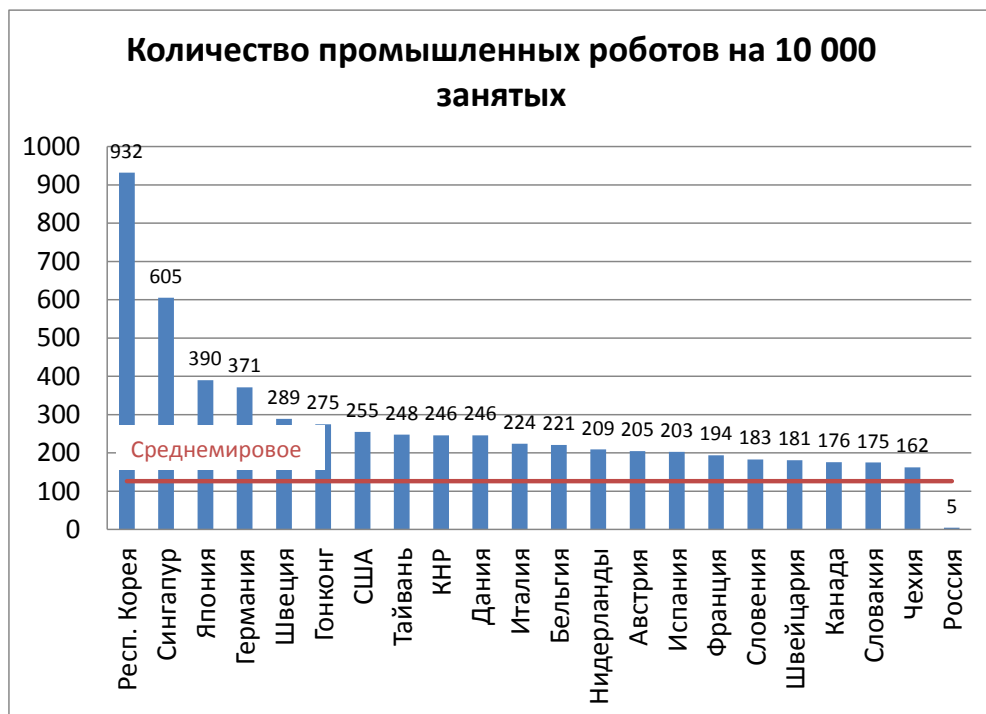


«Из нерешенных задач». Сложился замкнутый круг: избыточная занятость – низкие зарплаты (чтобы удержать издержки) – бедность и недопотребление.

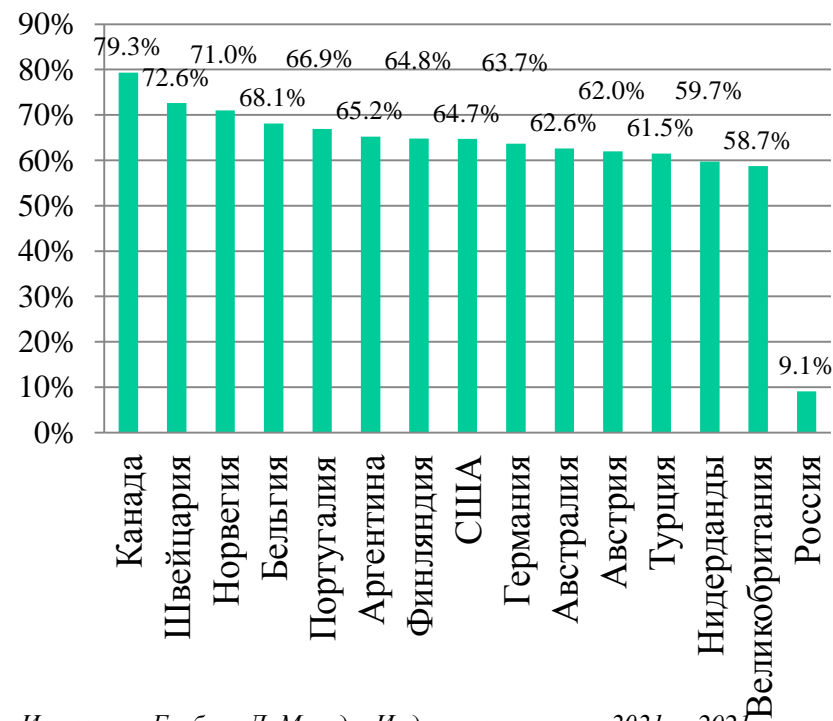
Технологическая революция означает риски массового высвобождения занятых, ликвидирующее «аграрно-промышленное перенаселение» (в Китае аналогичный процесс уже прошел – «кризис госпредприятий» в 90х годах с шоковыми социальными последствиями). Это же создает окно возможностей для развития новых отраслей – но для этого **нужна масштабная система переобучения («второе образование»), мощностью порядка 1-1.5 млн. занятых в год) и жилстроительства**

## Сложилась «ловушка дешевого труда»

### Число промышленных роботов на 10 тыс. занятых



### Уровень инновационной активности организаций, по данным обследований 2014-2017 годов



Источник: *The Countries With The Highest Density Of Robot Workers.*

URL: <https://www.statista.com/chart/13645/the-countries-with-the-highest-density-of-robot-workers>

Источник: Гохберг Л. М. и др. Индикаторы науки: 2021. – 2021

Труд слишком дешев, чтобы замещаться роботами, соответственно, относительно низкопроизводителен – и от этого дешев. В России в 2020 г. было 5 роботов на 10000 занятых в промышленности, при том, что среднее в мире количество – 126 роботов на 10000 (отметим, что Китай намерен выйти на уровень развитых стран - на 300+ роботов на 10000 занятых)

В условиях рисков социального кризиса именно здесь находится важнейший «стопор модернизации»: даже когда поставки роботов из КНР возобновятся / возникнут российские производства возникнет альтернатива – либо терпеть слишком медленную и постепенную модернизацию, или идти на рост безработицы уже бедного населения, **и разворачивать комплексные программы профессиональной и территориальной мобильности занятых, ограничивающие безработицу.**

## **Тактика: от выживания – к развитию**

**Первая стадия: текущий год.**

**Обеспечение выживания научных организаций**

- гарантии по госзаданиям
- индексация зарплаты в науке, сохранение ядра научных коллективов
- обеспечение критического импорта для функционирования науки

**Вторая стадия (три года): формирование потенциала на ключевых задачах**

- концентрация государственных ресурсов на задач развития (критическое импортозамещение, задачи «ближнего рубюеда»)
- программы техмодернизации научных организаций-участников
- выстраивание эффективной кооперации с бизнесом
- поддержка отраслевой и корпоративной науки, выстраивание коопераций с «нестандартными участниками» (РАН и «компьютерное зрение», условно)

**Третья стадия – выращивание технологических чемпионов, с экспансией на (главным образом отраслевые) внешние рынки**



## Стратегия: сочетание четырех модернизаций:

Достаточно сложная структура необходимых действий описывается идеей «четырех взаимосвязанных модернизаций».

- модернизации науки и воспроизводства научных заделов
- реализации прорывных проектов в сфере ответственности государства
- технологической модернизации массовых отраслей, предполагающая развертывание (прикладной) науки на конкретные интересы компаний, через проведение технологического форсайта
- развитие новых технологий и новых бизнесов, лежащих вне «технологического мейнстрима», а также соответствующих экосистем

*При этом, ключевой момент здесь – именно во взаимосвязи этих модернизаций*

## Экосистемный подход

*Экосистема - система взаимодействующих, обменивающихся ресурсами и трансформирующих одни их виды в другие субъектов. Взаимодействие субъектов Экосистемы происходит в системе сред. Это взаимодействие определяет характер воспроизводства в данной сфере и основные количественные параметры её деятельности.*

### Свойства

- Происходит воспроизводство и самой ЭС, и ее основных участников
- Сложная, но относительно устойчивая структура (набор субъектов с собственным целеполаганием, границами и т.д.). Наличие специфического (задающего специфику экосистемы) ядра
- Субъекты взаимодействуют друг с другом. Происходит обмен ресурсами, трансформация одних ресурсов в другие, формируются цепочки
- Функционирование субъектов происходит в средах и со средами
- Изменение во времени – как количественное (рост/ослабление), так и качественное /структурное (диссоциация или вхождение в ЭС новых субъектов)

### Возможности для анализа, прогнозирования и управления

- возможность анализа эффектов как прямых (формирование спроса), так и косвенных воздействий на экосистему – через развитие профильного образования, капитализацию институтов развития и т.д.
- оценка последствий изменения качества сред (цифровой, предпринимательской и др.) для развития экосистемы в целом