



ЦЕНТР МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
И КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

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



Институт
Народнохозяйственного
Прогнозирования РАН

О некоторых аспектах научно-технологического развития России

Заседание Секции управления экономикой Центрального Дома Ученых

«Ориентиры научно-технологической развития России»

к.э.н. Д.Р. Белоусов

Использованы материалы:

В.А. Артеменко

к.э.н. Р.Г. Волкова

к.э.н. В.А. Сальникова

1. Постановка проблемы

Наука и технологии – главный фактор развития

Ключевым фактором безопасности и конкурентоспособности в современном мире становится развитие технологий. Они позволяют как сформировать технологический отрыв (и на этой основе извлекать технологическую и институциональную ренту), так и эффективно обходить ограничения со стороны труда и ресурсов. Новые технологии способны как создавать, так и разрушать рынки (особая роль здесь – у ИИ и цифровых).

Развитие технологий происходит в рамках трех взаимно сопряженных и создающих условия друг для друга механизмов:

- Саморазвитие (вплоть до «технологической сингулярности»): ранее созданного потенциала, вычислительных мощностей, кадров и денег достаточно для саморазвития технологий в отдельных сферах – вне дополнительного стимулирования со стороны корпораций и / или государства. Примеры – ИКТ (включая проекты по ИИ), ряд направлений биомедицины и т.д.
- Классическое «индуцированное развитие» (обычно - проектное) технологий в логике «вызов – ответ», в ответ на потребности тех или иных сфер деятельности. К таким относится развитие технологий энергетики, продовольственных, медицинских и т.д.
- Адаптационное развитие – адаптация ранее созданных высоких технологий к применению в традиционных отраслях и сферах деятельности. Пример – компьютерное зрение (шире – элементы ИИ) на транспорте

У нас этот цикл разорван – и особенно сложно дело обстоит с адаптацией высоких технологий к задачам массовых бизнесов.

Это, в свою очередь, означает, что наука, с одной стороны, хронически недофинансируется – а с другой, все еще «живет своей жизнью» – никому, в общем, особо не нужная...

Глобальные технологические тренды: сделанные ставки

Практически гарантировано ускоренное развитие в ряде технологических секторов, которое будет формировать новые глобальные стандарты:

- ВИЭ, аккумуляция, ядерная и термоядерная энергетика, замыкание ядерного топливного цикла.
- Конвергенция информационных, логистических и производственных технологий. Преодоление противоречия между (массовым) автоматизированным производством и кастомизацией / индивидуализацией. Электризация транспорта, включая воздушный и морской.
- Сквозная и цифровизация, в том числе на новейшей технологической базе (ИИ, «Интернет вещей» и др.). Рынки беспилотного транспорта и роботов различного назначения, включая непосредственно взаимодействующих с людьми. Применение цифровых технологий для управления производственными (включая сырьевой сектор, сельское хозяйство и строительство) и логистическими комплексами.
- Экологическая / природоподобные материалы и способы преобразования вещества и энергии, создание материалов для экологически приемлемого запасания / высвобождения энергии, гибкого управления энергопотоками на различных уровнях.
- Биомедицина. Радикальное продление комфортной / активной жизни человека. Лечение наследственных и хронических болезней (за счет коррекции генома, адресной доставки лекарств, персонализированной медицины). «Большая интеграция» медицинских и ИТ-технологий. Обратная конвергенция (использование ДНК для хранения / преобразования информации). Мониторинг здоровья человека
- Космос. Ближний космос – как «стандартизированная» инфраструктура. Возможность выноса в космос все более критических элементов в области энергетики, сбора, хранения и обработки данных, связи и т.д. ;
- Безопасность человека и общества, прослеживаемость и др.

Проблемная ситуация: с чем вышли на старт в 2022-23

1. Выстроена система «частичной глобализации» в сфере технологического развития и науки (публикация в «хорошем журнале», как критерий успеха, участие в глобальной научной колаборации).
2. Часть высокотехнологичной занятости вынесена за пределы российской юрисдикции, будучи важным элементом глобальной производственной сети в секторах ИКТ, инжиниринга, финансов

Отрасль ИКТ (особенно в части создания программного продукта, обработки данных и т.п.) являлась глобализированной в высшей степени. Она открыта вовне и технологически (средства разработки и отладки программ, базы данных), и по бизнес-моделям, с огромной значимостью «оффшорного» программирования и трансграничной оплаты за созданный продукт, и социокультурно - ИТ-сообщества, во многих случаях, подчеркнуто наднациональны.

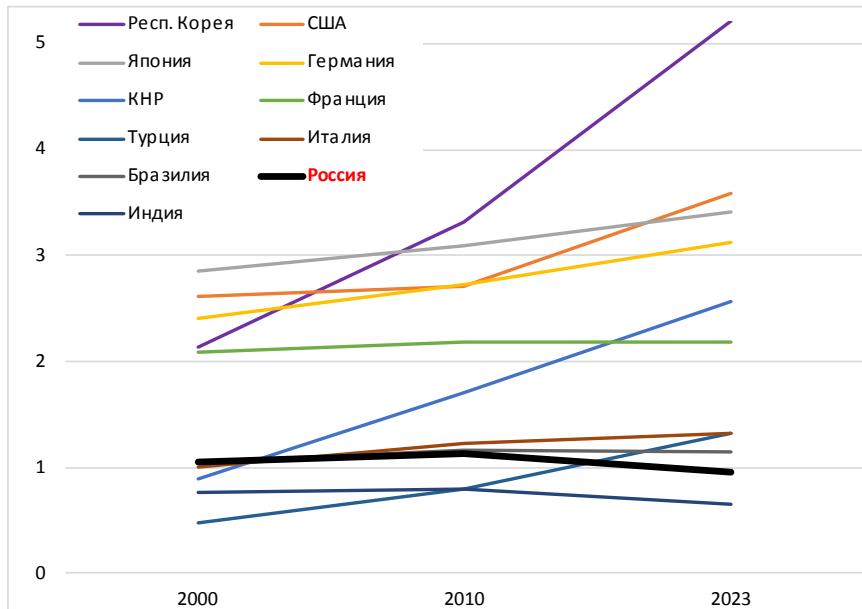
3. Необходима масштабная модернизация основных отраслей (как средне, так и высокотехнологичных) и формирование новых на лишь формирующихся рынках (в том числе «рынках НТИ»)

В России сложилась модель «разомкнутой ИС»

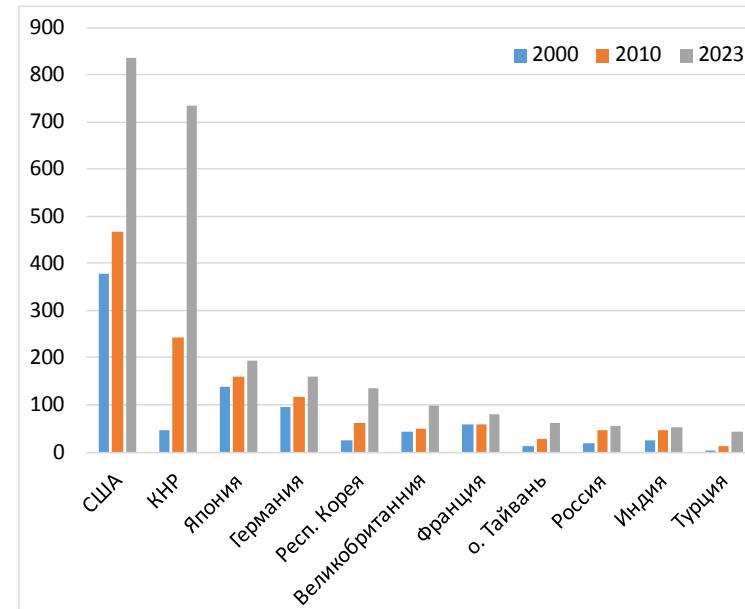


Расходы на НИОКР: Россия как неприятное исключение

Динамика расходов на НИОКР
(% ВВП, по странам)



Внутренние расходы на НИОКР
(млрд долл. по ППС в ценах 2020 г.)

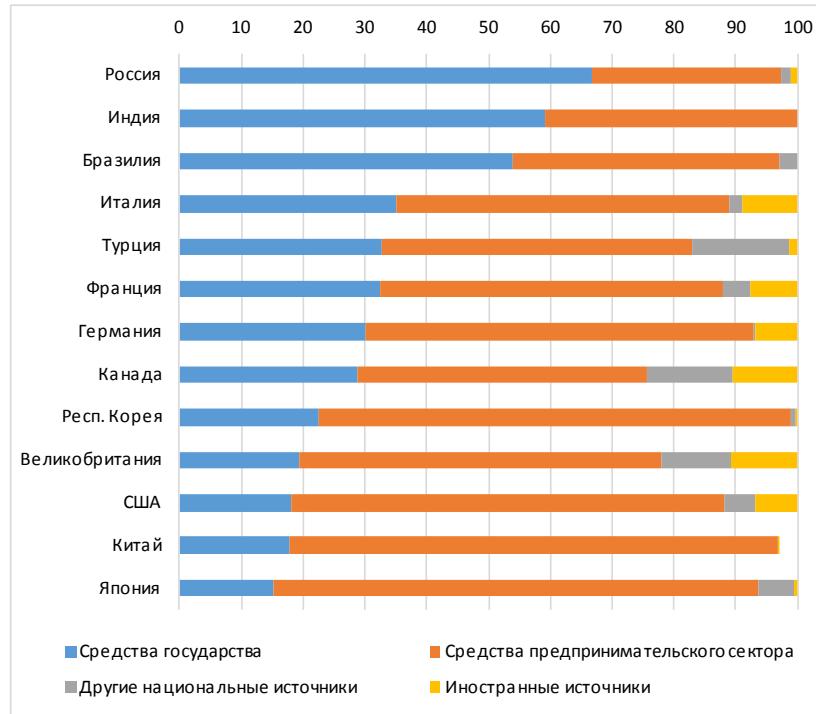


Россия принадлежит к небольшой группе стран с низкими (около 1% ВВП) и, что ещё более редко - снижающимися расходами на НИОКР.

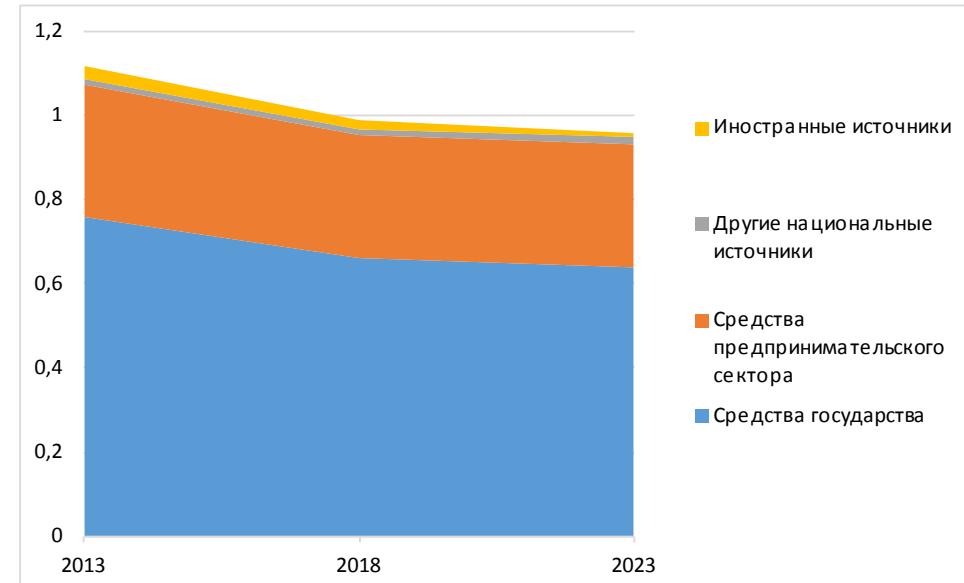
При этом, по абсолютному объёму расходов на НИОКР по паритету покупательной способности страна отступила во «вторую лигу» (50+ млрд. долл.), что примерно соответствует показателям Франции, Италии, Тайваня и Индии – но кардинально меньше, чем у «глобальных чемпионов» – США и Китая (700-800 млрд. долл.).

При этом, надежды на «бюджет» нет

Структура внутренних затрат на исследования и разработки по источникам финансирования (по странам, 2023 год, %)



Внутренние затраты на исследования и разработки по источникам финансирования (% ВВП)



В России наблюдается устойчиво высокая доля государства в структуре внутренних затрат на исследования и разработки (ок. 2/3 всех расходов на НИОКР), значительно превышающая не только уровень развитых стран, но так же уровень Индии, Бразилии и Китая.

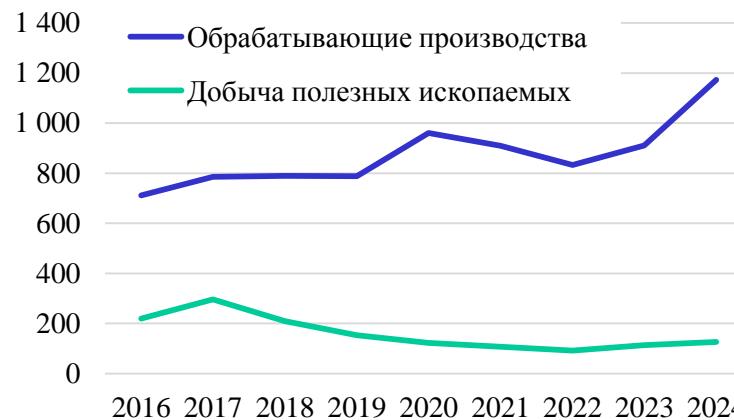
Дальнейшее увеличение затрат на исследования и разработки за счёт государственного финансирования невозможно – как из-за бюджетных ограничений,

Необходимо создание и развитие механизмов привлечения частного финансирования исследований и разработок. Это, в свою очередь, предполагает соответствующей приоритетизации системы приоритетов в финансировании научных и технологических проектов.

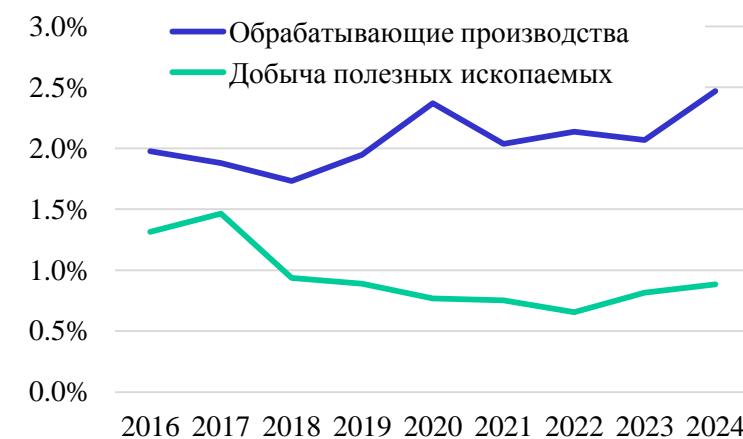
2. Мы делаем «что-то не то»?

Расходы на инновационную деятельность

Общие (капитальные и текущие) затраты на инновационную деятельность организации, млрд рублей в ценах 2020 г.



Отношение затрат на инновационную деятельность к общему объему отгруженных товаров, работ, услуг, %

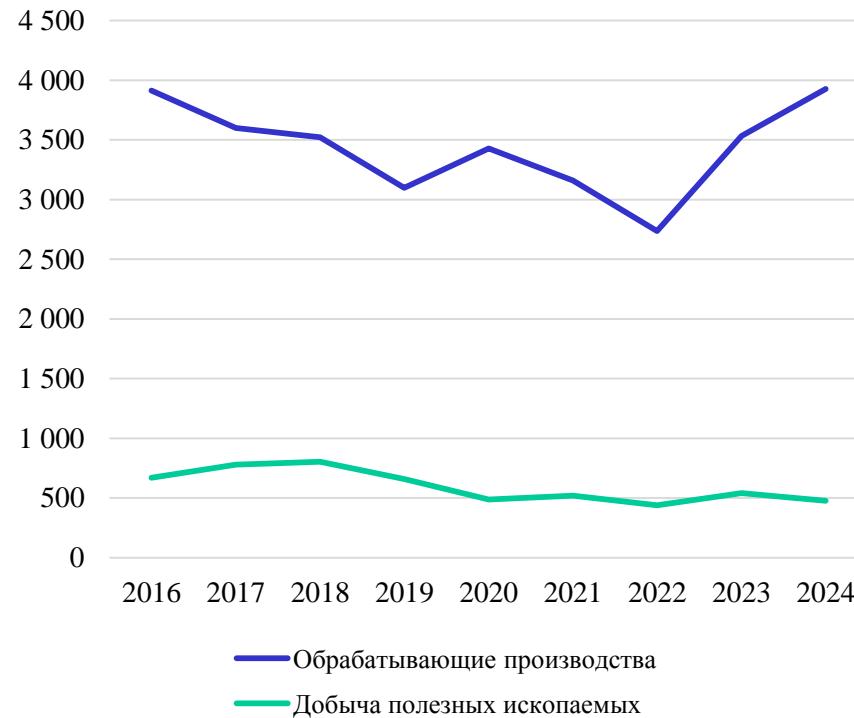


Расходы на инновационную деятельность в обрабатывающих производствах выросли с 830-900 млрд руб. в 2021-2023 гг. до 1170 млрд руб. в 2024 г. в постоянных ценах 2020 г. В то же время, нет уверенности в формировании устойчивого тренда на рост инновационной составляющей в деятельности компаний: похоже, что мы пока имеем дело, скорее, с «вынужденным импортозамещением».

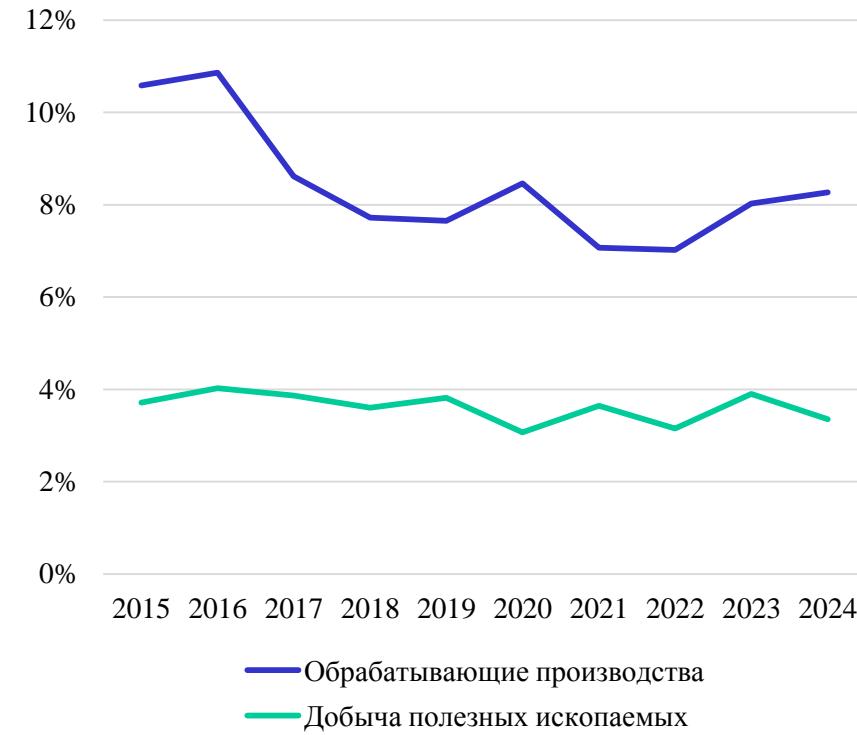
Общие (капитальные и текущие) затраты на инновационную деятельность, естественно, шире затрат на НИОКР и включают в себя: 1) Исследование и разработка новых продуктов, услуг и методов их производства (передачи), новых производственных процессов, 2) Приобретение машин, оборудования, сырья, материалов, прочих основных средств, связанных с инновационной деятельностью, 3) Маркетинг и создание бренда, 4) Обучение и подготовка персонала, связанные с инновациями, 5) Дизайн, 6) Инжиниринг, 7) Разработка и приобретение программ для ЭВМ и баз данных, связанных с инновационной деятельностью, 8) Приобретение прав на патенты (отчуждение), лицензий на использование изобретений, промышленных образцов, полезных моделей, селекционных достижений, топологий интегральных микросхем и т. п.; патентование (регистрация) результатов интеллектуальной деятельности, поддержание действующих патентов, 9) Планирование, разработка и внедрение новых методов ведения бизнеса, организации рабочих мест и организации внешних связей, 10) Прочие затраты, связанные с осуществлением инновационной деятельности

Проблема инновационной активности: не выходим из полу-стагнации

**Отгрузка инновационных товаров, работ и услуг
собственного производства (млрд. руб. в ценах 2020 г.)**



Доля инновационных товаров, работ, услуг (%)



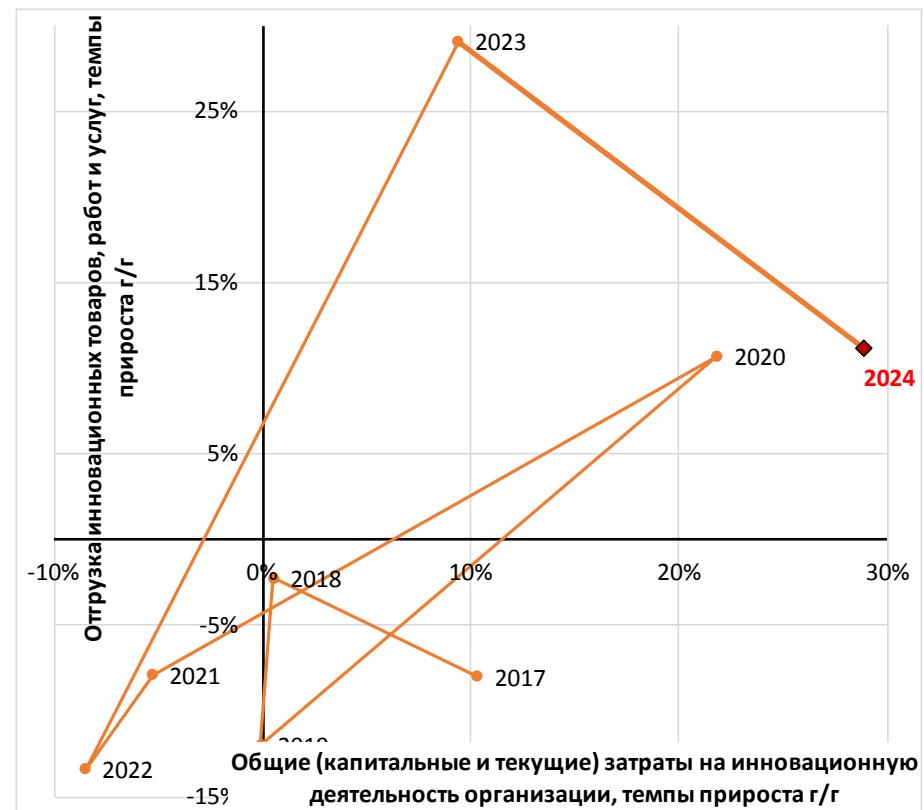
Все последние годы доля инновационной продукции не вышла за пределы 10% - даже с учётом «вынужденного импортозамещения». Несмотря на частичную расчистку рынка от технологического импорта – российское инновационное производство «раскручивается» на удивление слабо.

Проблема имеет комплексный характер и предполагает ряд действий по стимулированию инвестиционной и собственно инновационной деятельности; «развороту» технологической повестки в пользу бизнеса; формирование технологических партнёрств;

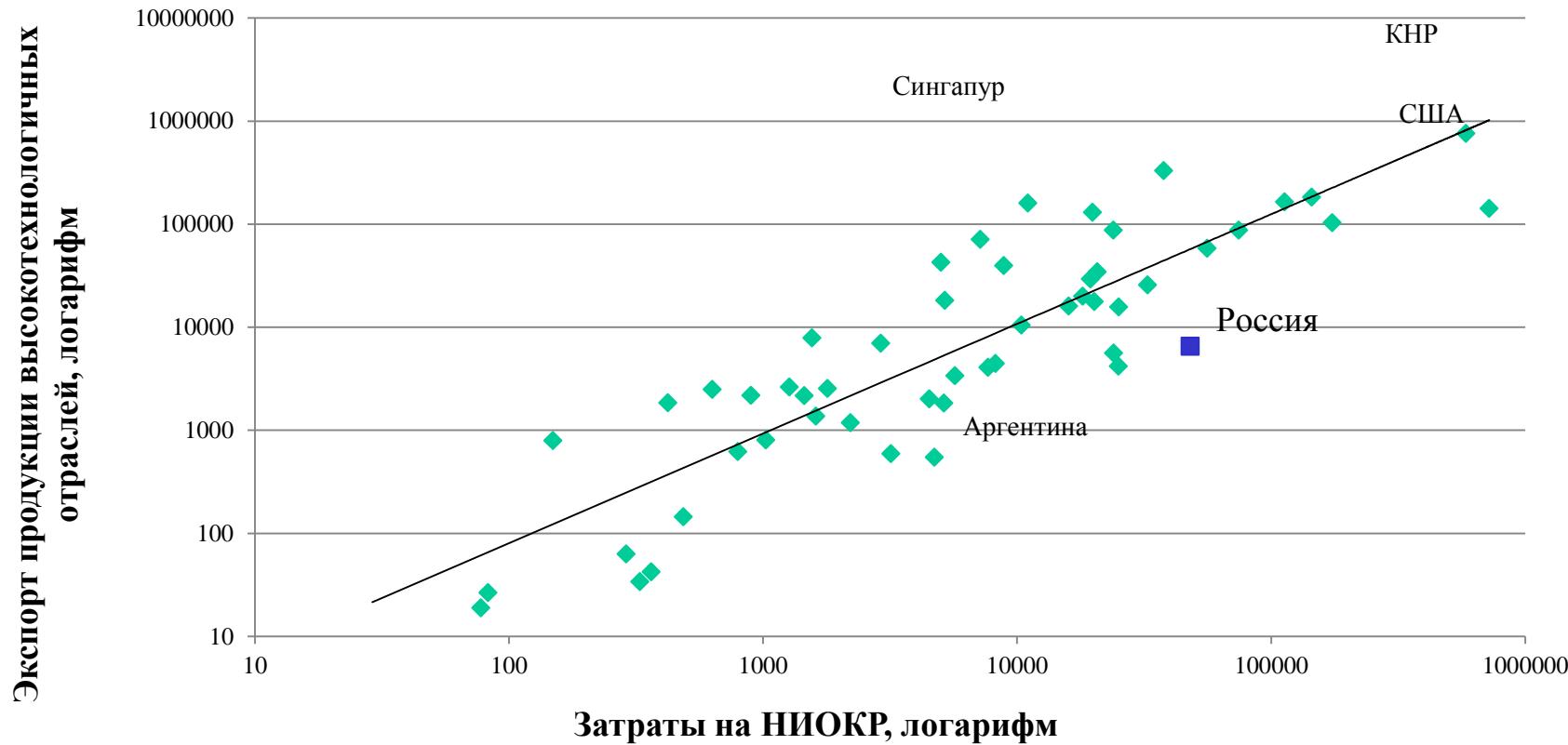
Проблема эффективности инноваций: не выходим из полу-стагнации

Эффективность затрат на инновационную деятельность все еще не очевидна: всплеск в 2023 г. имел, возможно, разовый характер и был связан с реализацией относительно «дешевого» технологического импортозамещения.

Отгрузка инновационных товаров, работ, услуг в зависимости от затрат на инновационную деятельность, (темперы прироста г/г)



Экспорт продукции высокотехнологичных отраслей в зависимости от затрат на НИОКР, 2020 год



Для России характерен низкий уровень эффективности затрат на НИОКР (плохое соотношение затрат на НИОКР и экспорта)

Эффективность стимулирования технологического развития

Возможности наращивать финансирование «технологий ради технологий» исчерпаны

- дальнейший «фронтальный» рост финансирования науки и технологий – нереален из-за бюджетных ограничений – **причем в перспективе, по мере исчерпания сырьевой ренты, ситуация будет лишь усугубляться;**
- 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, довольно значительные по ППС расходы на НИОКР – крайне слабо трансформируются в рост инновационной продукции, 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 **раньше работали на конкурентоспособность других экономик (и технологический импорт к нам, что отчасти сглаживало ситуацию), теперь же... Китай?**

3. А что делать?

Что надо сделать? Преодоление разрывов в воспроизведстве

- Для «большой» академической науки: формирование ограниченного набора российских «больших вызовов» для познания предельного, экзистенциального характера (Пространство, Жизнь, Сознание, ...), как основы для финансирования исследований – с предполагаемым выходом в «большие» проекты
- Для ГНЦ и госкорпораций:
 - решение задач, связанных с выполнением НИР (и, отчасти, ОКР) в рамках гособоронзаказа и других, лежащих в сфере непосредственной ответственности государства
 - стимулирование финансирования Программ инновационного развития, максимально переориентировав их на «технологическое импортозамещение»
 - удовлетворение спроса в интересах технологической модернизации массовых среднетехнологических отраслей и новых технологических компаний
- Для бизнеса / среднетехнологических компаний:
 - проведение технологического форсайта, выявляющего технологические приоритеты компаний и формирующего систему их связей с научными организациями (включая ГНЦ)
 - реорганизация отраслевой науки, переориентация на результаты форсайта
- Для новых технологических компаний:
 - поддержка модернизации среднетехнологических компаний.
 - стимулирование кооперации с госкорпорациями и традиционными компаниями, организациями науки
 - реализация проектов по выращиванию «национальных отраслевых чемпионов»

«Большие национальные вызовы» науки
Стратегический прогноз РФ

Позиция в новой научной кооперации с
дружественными странами и организациями

ПИР государственных компаний

Задачи ГОЗ, противоэпидемической защиты,
другие задачи в сфере государственных нужд

Прогноз перспектив и ограничений развития
отдельных рынков, отраслей и технологий

Опережающее технологическое регулирование,
принуждающее к модернизации

Прогноз макроэкономического и структурного
эффекта от развития технологий

Национальная технологическая инициатива

Поддержка институтов развития, стимулирование
развития молодых компаний

Развитие фундаментальной
(главным образом,
академической) науки

Развитие прикладной науки,
государственных научных
центров

Модернизация
отраслевой науки

Стимулирования
инновационного развития
массовых отраслей.
Научно-технологический
форсайт

Развитие новых
технологических компаний

- Формирование цифровых колабораций российских научных коллективов с дружественными странами
 - Программы подготовки и переподготовки научных кадров в соответствии с требованиями цифровой эпохи
 - Модернизация материальной базы науки
 - Интеграция прикладной науки и высшего образования
 - Модернизация ПИР госкомпаний
 - Упрощение доступа компаний к результатам НИР ГНЦ
- Упрощение привлечения частных технологических компаний к решению государственных задач
- Подготовка и переподготовка кадров массовых отраслей
- Создание «сквозных технологий» под задачи новых технологических компаний, соответствующих инфраструктур, библиотек и баз данных

3.1. Коротко о структуре науки

Публикации российских авторов в Scopus

Направление	Доля России в общемировом количестве публикаций Scopus, %			Web of science 2021	Место России в рейтинге стран по количеству публикаций Scopus		
	2010	2021	2022		2010	2021	2022
Естественные и точные науки							
Физические науки	4,7	6,81	5,4	5,74	7	4	5
Науки о Земле и смежные экологические науки	2,6	4,6	3,3	2,29	12	6	11
Химические науки	3,5	3,91	3,7	3,49	10	8	7
Биологические науки	1,6	2,5	2,5	2,4	17	14	14
Компьютерные и информационные науки	0,8	2,8	2,4	1,17	30	10	11
Математические науки	3	4,1	3,6	4,75	11	6	8
Междисциплинарные исследования	.	1,37	.	4,06	.	26	.
Технические науки							
Материаловедение	3,3	3,54	3,9	3,54	9	5	7
Химические технологии	2,7	3,84	3,5	2,72	11	6	6
Механика и машиностроение	1,5	3,6	2,8	4,11	16	7	9
Электроника, электронная техника, ИТ	1,5	2,77	2,2	1,91	15	8	11
Строительство и архитектура	0,3	1,86	1,8	0,71	46	16	17
Энергетика и рациональное природопользование	0,6	1,44	1,3	2,12	29	23	22
Медицинские технологии	0,4	1,86	1,8	1,22	36	16	17
Нанотехнологии	0,3	2,69	2,5	2,62	11	9	9
Экологические биотехнологии	1,1	1,11	1,1	1,21	23	36-37	24
Промышленные биотехнологии	0,6	1,13	0,8	1,2	33	23	25
Медицинские науки							
Клиническая медицина	0,4	2,07	2,1	0,73	37	18	17
Фундаментальная медицина	1	1,93	1,9	1,31	23	17	16
Науки о здоровье	0,2	1,48	1,7	0,57	44-45	19	18
Биотехнологии в здравоохранении	0,5	2,01	1,6	-	34	15	18
Сельскохозяйственные науки							
Сельское, лесное, рыбное хозяйство	1,4	2,44	2,7	2,27	19	14	13
Животноводство и молочное хозяйство	0,6	1,68	1,5	0,79	41	21	21
Ветеринарные науки	0,2	0,68	0,7	0,54	60-61	42	36
Сельскохозяйственные биотехнологии	0,5	1,79	0,7	-	31-35	14-16	31-32

Слабые стороны российской науки

- Чрезмерно широкий спектр исследований, низкая концентрация ресурсов на наиболее приоритетных направлениях.
- 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.
- Отставание в ряде значимых направлений развития – науки о жизни, медицина, биотех (определенное отставанием в технологической базе). Традиционные проблемы с междисциплинарными исследованиями.
- Высокая, в условиях жесткого геополитического противостояния, 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).
- Отсутствие взаимоувязки потребностей бизнеса и работы науки. Недостаточный интерес научных работников к решению проблем бизнеса, занятие преимущественно экспертной позиции. Недостаточный интерес бизнеса привлекать российских учёных к решению существующих проблем.

Научно-технологический процесс и экономика: от шумпетерианского подхода к «посттрадиционному»

Традиционный (шумпетерианский) подход

- Научный и, частично, технологический процесс – автономны и экзогенны. Существует значительный «запас» научных знаний и, частично, фундаментальных инноваций (примеры: паровая машина; синтетическое горючее; ранние планшетники и т.д.), лишь часть из которых находит спрос в конкретный период;
- Переменным фактором является спрос на инновации, привязанный к фазе экономического цикла и обуславливаемый «расчисткой рынка» (creative destruction) от неэффективных производств
- Существует научная традиция (длинные циклы Кондратьева, «технологические уклады» Глазьева), обуславливающая привязку «большого» экономического цикла к технологическому – по принципу «кому удалось воспользоваться, тот и победил».

Научно-технологический процесс и экономика: от шумпетерианского подхода к «посттрадиционному»

Посттрадиционный подход (от К. Перес и дальше)

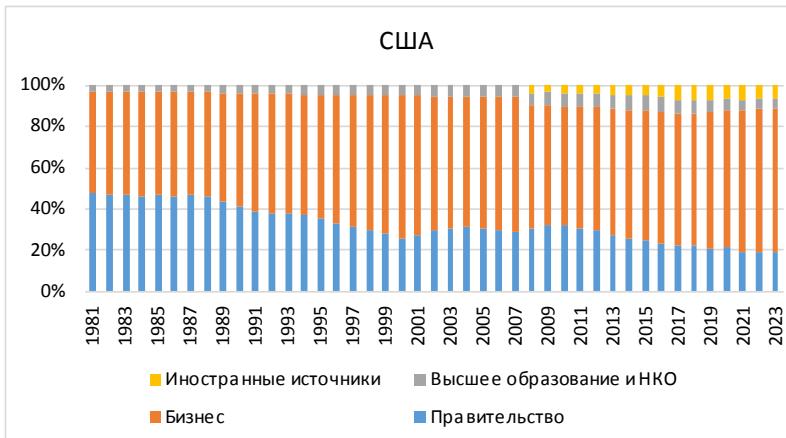
- Технологический и, во все большей степени, научный процесс является эндогенным и определяется, в значительной степени, доступностью «дешевых денег» - частных и государственных – для технологического развития;
- Соответственно, долгосрочный технологический и экономический процессы – единое целое

Почему так получилось?

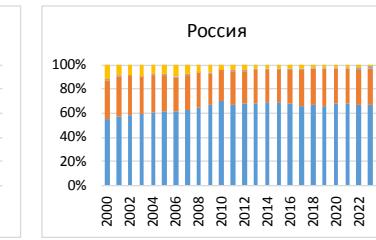
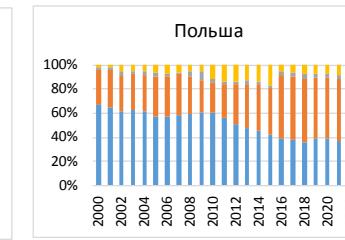
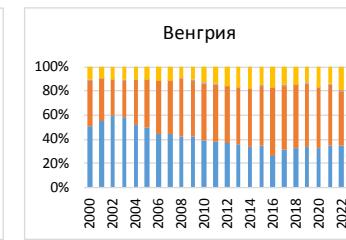
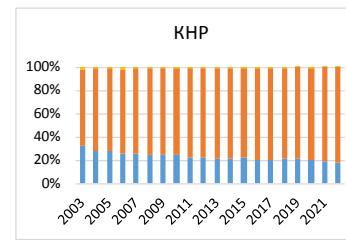
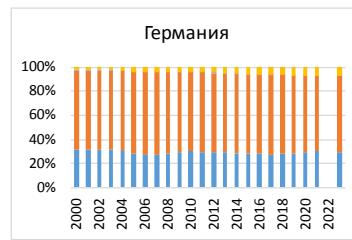
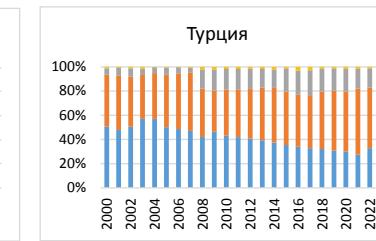
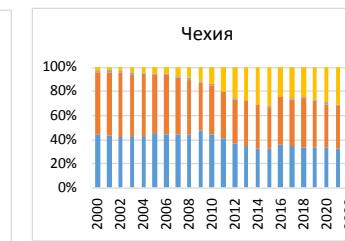
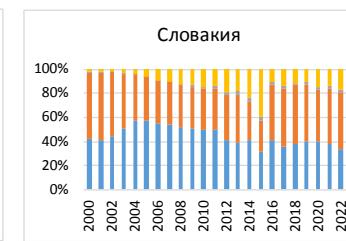
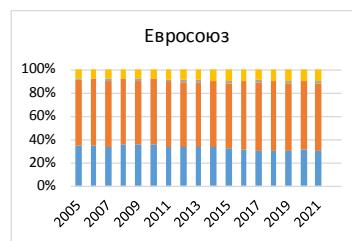
- До середины 50х гг. научно-технологический процесс действительно, был в значительной степени автономен. «Запас» научных парадигм был в значительной степени сформирован в «великое сорокапятилетие» между 1870 и 1915 гг.
- Но уже с 1960х гг. начинается глубокий сдвиг финансирования НИОКР от государства к частным компаниям. Возникает значимый по масштабу венчурный капитал. Существенным фактором становится финансирование высокотехнологичных компаний за счет фондового рынка. Это окончательно привязывает научно-технологическое развитие к экономического циклу;
- «Коммерционализация» прикладной науки плюс удорожание исследований ведет к постепенному переходу фундаментальных исследований к проектной логике («Геном Человека»)

«Экономизация» науки и технологий: роль бизнеса

**Структура финансирования НИОКР по странам
(в тек. ценах, %)**



- В развитых странах доля государства в расходах на НИОКР составляет 20%-30%
- В странах Восточной Европы доля государства сократилась в 2000-2023 годах с 40%-60% до ок. 30%.
- В России доля государства в расходах на НИОКР выросла за 2000е годы с 55% до 70% и остаются на уровне 65%-68%.



3.2. Ядро: переориентация на спрос бизнеса

Интеграция прогнозирования и управления: форкаст и форсайт

Цель научно-технологического форсайта заключается в вовлечении – через проведение опросов, углубленных интервью, специализированных фокус-групп и т.д. – в процесс определения приоритетов технологического развития непосредственных участников технологического процесса – компаний-производителей и потребителей технологических инноваций, а также отраслевых экспертов в сфере развития технологий.

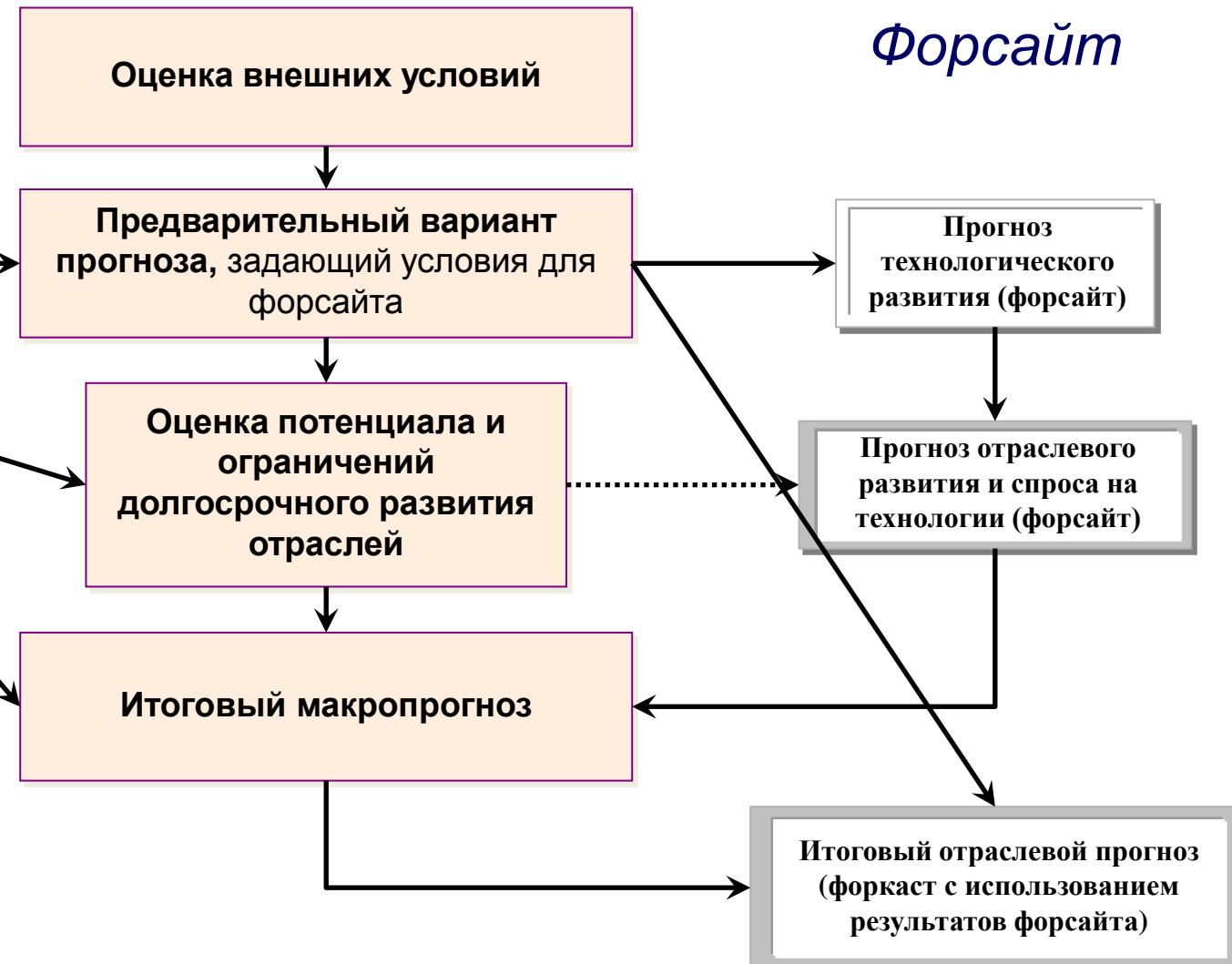
Основными задачами научно-технологического форсайта являются:

- определение приоритетов научно-технологического развития на основе выявления научно-технологических приоритетов развития непосредственных участников научно-технологического развития (компании, научно-исследовательских организаций и т.п.);
- снятие барьеров и ограничений для научно-технологического сотрудничества компаний-участников научно-технологического развития;
- определение потенциального экономического и структурного эффекта от технологического развития.
- формирование постоянно действующих сетей кооперации между компаниями, организациями науки, экспертным сообществом и представителями госорганов по вопросу выработки наилучших приоритетов и методов научно-технической политики.

«Форкаст»

«Макро-прогноз»
научно-
технического
развития и
инноваций

Форсайт



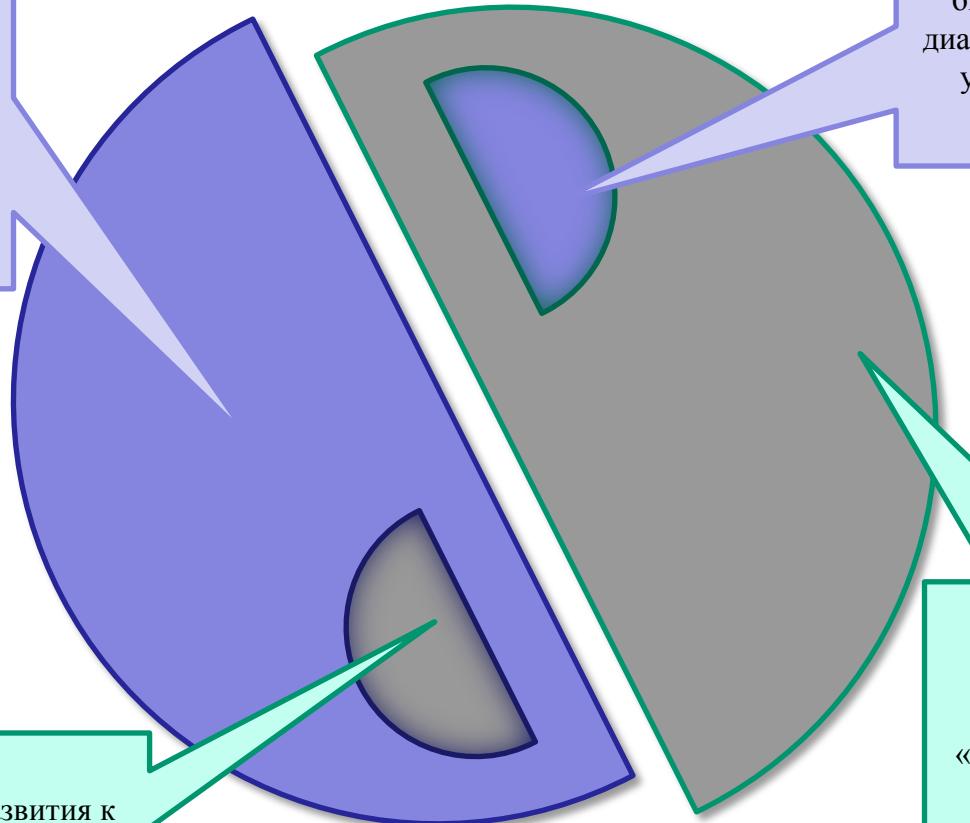
Новый баланс в управлении

Экосистемное /
ризоматическое саморазвитие.
Подлежит лишь общему
стимулированию.
Обеспечивает необходимую
«избыточность» ресурсов и
деятельностей для образования
спонтанных «зон прорыва»

Интерфейс от «проектной
сферы» к саморазвитию
бизнеса (стратегический
диалог; форсайт; совместное
управление проектами)

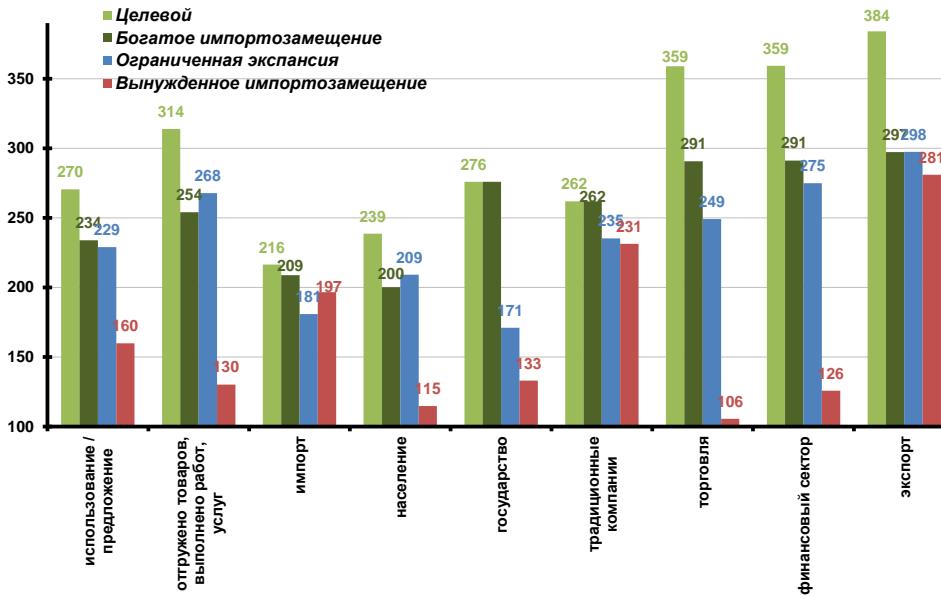
Интерфейс от саморазвития к
прямому управлению
(техстандарты,...)

Сфера прямого
«проектного» управления
в развитии науки и т.д.



Развитие секторов-лидеров: пример ИКТ (2023 г.)

Прогноз компонентов предложения и использования
продукции ИКТ в 2036 г. к уровню 2023 г., % в соп. ц.



Основными быстрорастущими компонентами спроса в целевом сценарии являются новые – экспорт (в 3.8 раза в реальном выражении к уровню 2023 г.), финансовый сектор и торговля (по 3.6 раза).

Динамика произведенной добавленной стоимости сектора ИКТ в целевом сценарии очень высокая – её подталкивают и рост ресурсов сектора (расширение кадрового и производственного потенциала, технологическое развитие, активная работа финансовых институтов развития), и расширение рынков, включая поддерживаемый экспорт, и повышение эффективности в секторе.

При этом, эффект от повышения собственной эффективности обычных, «нецифровых» отраслей – очень существенно выше. Как раз он и определяет итоговый результат от цифровизации экономики

НЕ СТОЛЬКО рост сектора ИКТ – сколько диффузия цифровых решений в экономику.

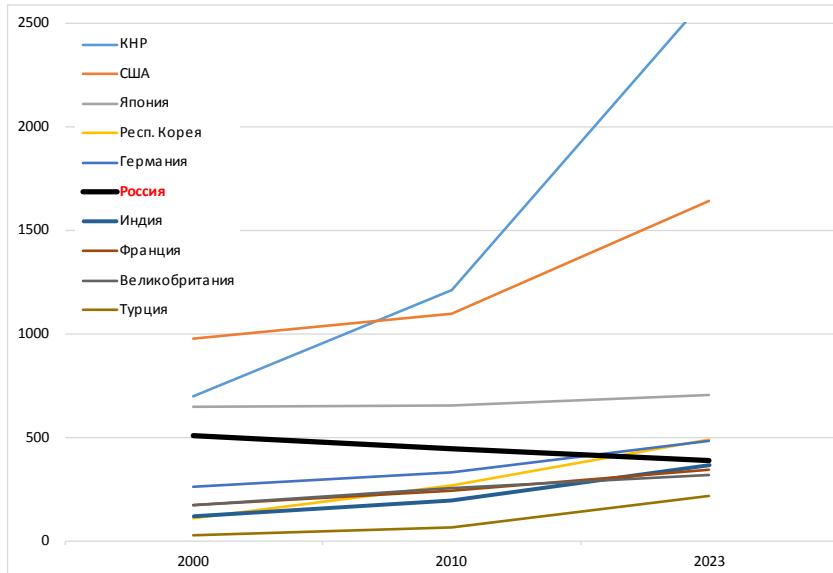
При этом создание решений, необходимых для компаний (элементы ИИ в машинном зрении, управлении техпроцессами, корпоративном управлении) требует адекватной – довольно масштабной и затратной – переориентации на соответствующие задачи научных исследований.

Итоговый макро-эффект цифровизации по добавленной стоимости

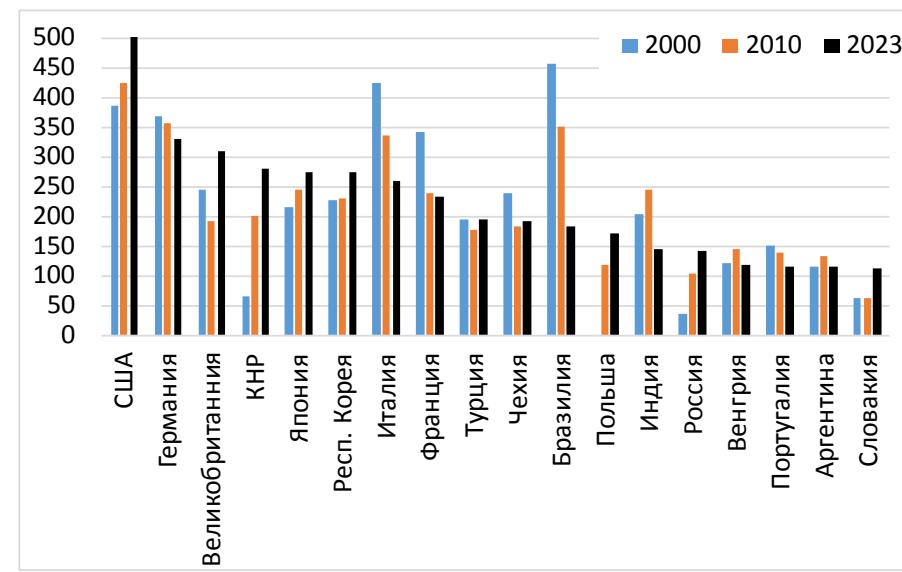
Вид деятельности	Добавленная стоимость		
	млрд руб.	% от всего эффекта	% от ВДС
Всего	16 215	100.0	10.4
Сельское хозяйство	2 714	16.7	1.7
Финансовый сектор	816	5.0	0.5
Торговля	2 379	14.7	1.5
Образование	668	4.1	0.4
Здравоохранение	1 558	9.6	1.0
Транспорт	2 835	17.5	1.8
Государственное управление	873	5.4	0.6
Рост пр-ти в прочих секторах	4 371	27.0	2.8

А если ничего не делать? Нет приоритезации – будет деградация

Численность исследователей по странам (тыс. чел в эквиваленте полной занятости)



Расходы на НИОКР в расчёте на 1 исследователя, тыс. долл США по ППС в ценах 2020 года

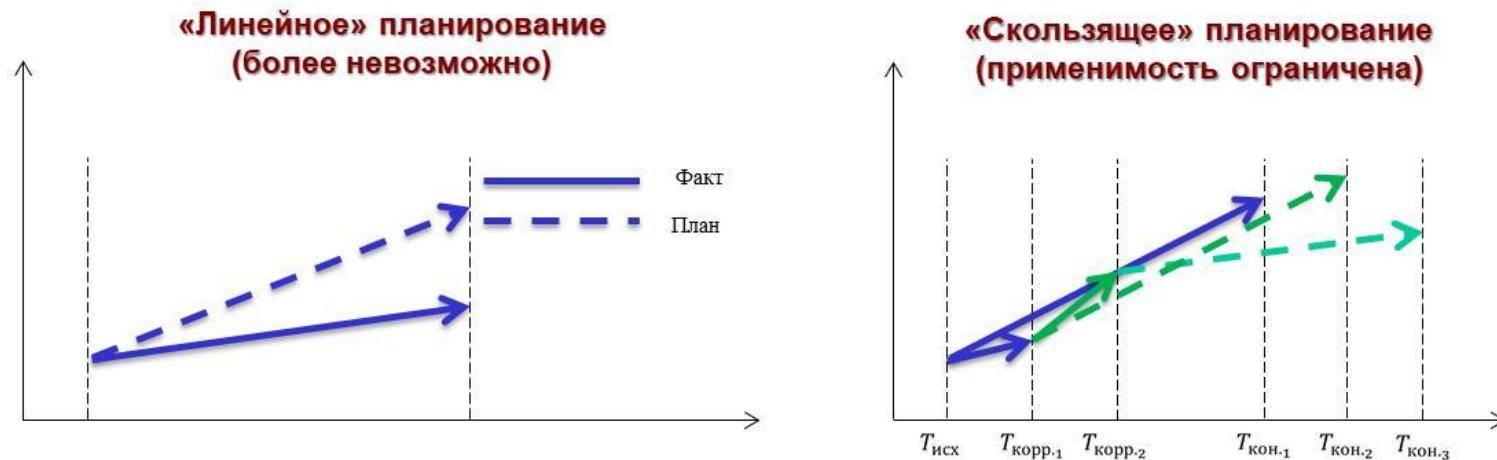


Россия принадлежит к числу очень и очень немногих стран со снижающейся – в условиях глобальной технологической гонки (!) - численностью исследователей, и уже покинула мировой Топ-5 по этому показателю. Это – отражение процесса выравнивания обеспеченности рабочего места исследователя: если в 2000 г. она была одной из наименьших среди технологически развитых стран (на уровне Румынии), то сейчас она поднялась примерно до показателей Польши и Индии.

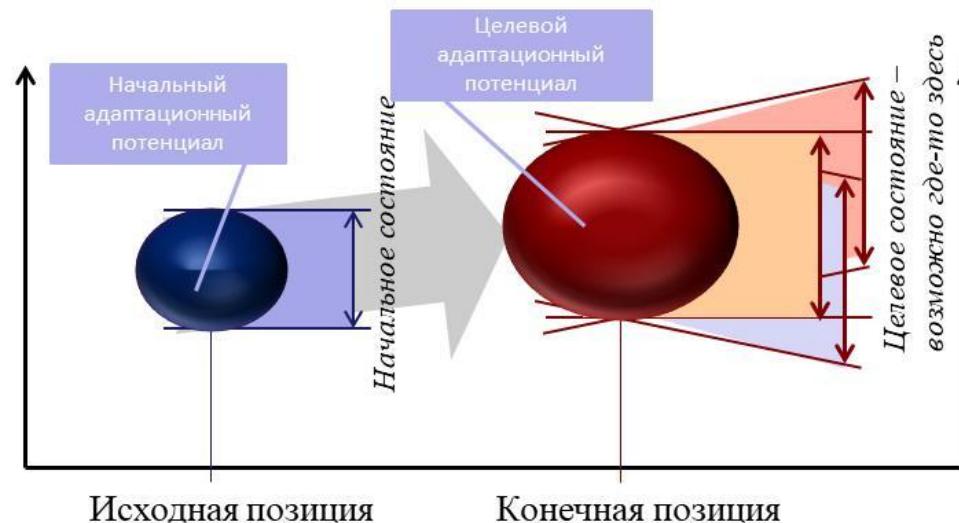
Если в научно-технологической сфере не произойдет положительных сдвигов в привлечении частного капитала в сферу НИОКР, этот процесс продолжится – видимо, до уровня обеспеченности рабочего места в странах с сопоставимыми расходами по ППС – Францией и Италией, то есть ещё на 30-40%. Этот «сброс численности» будет сопровождаться потерей школ, заделов, «неформализованного знания» старших поколений исследователей и др.

То есть, если в России не удастся выстроить системы технологических приоритетов – через 8-10 лет уже и «технологические образцы» делать не получится.

Преодоление разрывов в воспроизведстве: управленческий аспект



Управление адаптационным потенциалом: адаптация к неопределенному будущему



Физическая основа: сквозные технологии и общие инфраструктуры

- «Большие» рассчитываемые матмодели, системы цифровой разработки и автоматизированного проектирования, ИИ и распространение 5G, 6G, +G связности станут определять как возможности развития экономики, так и собственно «воспроизводящегося» развития науки и технологий.
- Ключевым условием обеспечения современного уровня промышленной продукции (включая скорость её создания и вывода на рынок) является опора на цифровые методы её разработки, производства и эксплуатации.
- **Новые производственные технологии** (передовое проектирование/продвинутые CAD/CAE/CAM, цифровые двойники, PLM, применение больших данных в управлении), управление проектами / требованиями;
- Технологии прослеживаемости (как «физические», так и программные) жизненного цикла физических объектов и процессов;
- Широкополосной интернет, как основа для 5G, дронов и т.д.
- **Мощные (супер)компьютерные вычислительные комплексы**
- **Точная механика** и мехатроника
- Сквозное применение **искусственного интеллекта** на предприятиях и в госуправлении, медицине (см. китайский опыт “предиктивной медицины при помощи больших данных”) и пр.,
- **Обеспечение «цифрового перехода»** в большинстве отраслей (создание промышленных цифровых платформ и др.)
- **Технологии производства чистых веществ** для химии и биохимии
- Производство отечественной промышленной **электроники**
- Создание и обеспечение доступа к **базам термических, прочностных** и т.д. испытаний материалов и стандартизованных конструкций
- Создание баз **семантических / онтологических связей** в русском языке, как база для «русского» ИИ, поисковиков в интернете и др.