



Будущее науки: влияние мегатрендов

Существенное воздействие на научно-технологическую парадигму оказывают мегатренды – масштабные и тесно связанные между собой социальные, экономические, политические, технологические и природные процессы, которые могут усиливать или ослаблять друг друга, создавать возможности и вызовы для сферы исследований и разработок как в отдельных странах, так и на международном уровне. С помощью анализа больших данных и экспертных опросов Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ выявил мегатренды с наиболее сильными эффектами для мировой науки.

Справочно: исследование базируется на результатах опроса ведущих мировых ученых (итоговый размер выборки после взвешивания данных составил 374 человека, из которых 252 русскоязычных и 122 англоязычных исследователя) и расчетов, произведенных с помощью системы анализа больших данных iFORA (более 3.1 млн англоязычных источников из массива профессиональных СМИ за 2019–2023 гг.).

Система интеллектуального анализа больших данных iFORA разработана ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением передовых технологий искусственного интеллекта и включает более 800 млн документов (научные публикации, патенты, нормативная правовая база, рыночная аналитика, отраслевые медиа, материалы международных организаций, вакансии и другие виды источников). В 2020 г. iFORA отмечена в журнале *Nature* в качестве эффективного инструмента поддержки принятия решений в интересах бизнеса и органов власти. ОЭСР относит систему к успешным инициативам в области цифровизации науки.

Под влиянием мегатрендов, связанных с ними глобальных вызовов (изменение климата, цифровая революция, усиление технологической конкуренции, др.) и внешних шоков различной природы (пандемия коронавируса, изменение геополитической ситуации и т. п.) происходит глубокая трансформация модели функционирования науки. Среди всех проанализированных мегатрендов наиболее заметное влияние, согласно индексу значимости, оказывают цифровая революция, трансформация торговых и логистических связей, прогресс в науках о жизни (табл. 1).

Таблица 1. Ключевые мегатренды, оказывающие влияние на сферу науки в мире

Ранг	Мегатренды	Область	Индекс значимости
1	Цифровая революция		1.00
2	Трансформация цепочек создания стоимости		0.98
3	Прогресс в науках о жизни		0.95
4	Увеличение численности и старение населения		0.84
5	Переход к устойчивому развитию и ESG-принципам		0.78
6	Замедление темпов роста экономики		0.72
7	Развитие квантовых технологий		0.61
8	Трансформация системы образования		0.58
9	Рост геополитической напряженности		0.34
10	Наращение неравенства		0.27
11	Усиление роли национальных государств		0.26
12	Потеря биоразнообразия и деградация экосистем		0.26
13	Рост спроса на новые компетенции, усиление конкуренции за таланты		0.12
14	Усиление внимания к здоровью человека		0.10
15	Формирование техноэкономических блоков		0.09
16	Обострение этических вопросов развития и применения технологий		0.03

Легенда:



Общество



Экономика



Технологии



Геополитика



Экология

Индекс значимости технологии показывает ее относительную встречаемость в проанализированном массиве источников, где 1 соответствует максимальному числу упоминаний. При расчете учитываются частота встречаемости термина, его специфичность и векторная центральность. Частота встречаемости сама по себе недостаточна для отражения реальной актуальности термина, важно, чтобы он обозначал конкретное научно-технологическое направление и не был слишком общим (эту задачу решает показатель специфичности), а векторная центральность отражает степень его связи с другими направлениями поиска.

Технологические мегатренды

Сфера науки активно трансформируется под влиянием **цифровизации** (№ 1): используемые для проведения исследований и разработок (ИР) новые методы и цифровые инструменты позволяют собирать большие массивы данных и сокращать сроки их обработки, открывать перспективные исследовательские области. Потенциал революционных изменений в науке заложен в технологиях искусственного интеллекта (ИИ), который все больше ученых открывают для себя при автоматизации рутинной работы с данными, моделировании и симуляции сложных систем, прогнозировании и др. В будущем ИИ может привести к переосмыслению сложившихся исследовательских процессов, изменению форм взаимодействия ученых между собой и с алгоритмами; будет применяться для поиска нестандартных решений и формирования новых научных идей и концепций.

Необходимость эффективной обработки больших массивов информации требует увеличения вычислительных мощностей, а интеграция знаний и методов из разных сфер науки и расширение повестки междисциплинарных исследований закладывают основы конвергенции технологий. Наиболее значимые тематики, связанные с развитием ИТ и сферой компьютерных наук, сконцентрированы преимущественно в области сбора и обработки больших данных. На этом фоне особое внимание исследователей привлекают **квантовые технологии** (№ 7).

Передний край науки в значительной степени формирует конвергенция цифровых и биотехнологий. В фокусе актуальной исследовательской повестки – науки о жизни, медицина и, в частности, проблематика пандемии COVID-19, **нейротехнологии, геномные и клеточные технологии** (№ 3). Многие масштабные инициативы непосредственно нацелены на достижение прорывных результатов в области **благополучия и здоровья человека** (№ 14).

Социальные мегатренды

Демографические тренды, такие как **увеличение численности населения и изменение его возрастной структуры** (№ 4), создают вызовы, связанные с поиском научно обоснованных решений во многих сферах – трудовой, продовольственной, медицинской, энергетической, экологической и др. Так, для развитых стран Европы, Северной Америки и Азии крайне актуальной проблемой становится старение населения, на фоне которой усиливается нагрузка на трудоспособных граждан, давление на здравоохранение, систему социальной защиты и пенсионного обеспечения.

В самом секторе науки проявляются некоторые эффекты демографических провалов, например, в виде слабого притока молодежи, невысокого интереса к профессии ученого. Межстрановые различия кадровой ситуации в науке, трансформация рынка труда, более высокие требования к компетенциям работников обостряют **глобальную конкуренцию за таланты** (№ 13). Другой гранью проявления мегатренда, но в разрезе ускорения смены поколений технологий, процессов их создания и распространения, является сокращение **сроков необходимого обновления знаний и умений**. Все больше новых открытий возникает на стыке технологических, естественных, социальных и гуманитарных наук. Вместе с технологической модернизацией, размыванием границ между научными областями, расширением сотрудничества бизнеса с исследовательскими центрами и образовательными организациями это создает потребность в развитии у ученых кросс-функциональных и междисциплинарных компетенций. По мере усиления влияния науки и технологий на жизнь человека и общества актуализируется проблематика допустимости тех или иных научных достижений и изучения последствий использования отдельных разработок, в частности ведущихся в области био- и нейротехнологий, продления жизни, клонирования, геномного редактирования, ИИ. Усиливается вес **концепции ответственных исследований и инноваций** и общих вопросов **этики** (№ 16).

Экономические мегатренды

Одним из ключевых глобальных вызовов по-прежнему остается **неравенство** (№ 10); растет разрыв в доходах населения и сохраняются традиционные, выходящие за рамки собственно экономики, формы неравенства (гендерное, этническое, классовое и др.). Неденежные аспекты неравенства усиливает глобальный кризис и **замедление темпов роста экономик** (№ 6). В контексте развития науки и технологий возникает неравенство, связанное с разными возможностями доступа к технологиям и перспективами замены человеческого труда машинами.

Усиливается неравенство как внутри стран, так и между ними, что напрямую затрагивает и сферу науки – развитые и развивающиеся государства имеют разные возможности инвестировать в ИР, поддерживать университеты, исследовательские центры, научные кадры. Без полноценного доступа к источникам знаний через совместные исследовательские проекты, международную

мобильность, иностранные инвестиции, международную торговлю технологиями и высокотехнологичной продукцией сократить межстрановые разрывы практически невозможно.

С распространением передовых технологий усиливается потребность в новых компетенциях и знаниях, **программах подготовки кадров** (№ 8). Наибольшим спросом пользуются, с одной стороны, навыки выстраивания человеко-машинного взаимодействия, а с другой – выполнения тех видов деятельности, которые (пока еще) не могут быть автоматизированы. Меняется социальная структура общества – сокращается численность среднего класса и снижаются возможности достижения соответствующего статуса. Отсутствие возможности учиться и постоянно повышать квалификацию сдерживает развитие человеческого капитала и эффективность его использования, социальную мобильность молодежи – самой перспективной группы населения с точки зрения участия в экономической и исследовательской деятельности.

Зеленый переход, идея которого активно распространяется во многих странах, для науки выражается в первую очередь в повышении масштабов финансирования ИР, ориентированных на **устойчивое развитие** (№ 5). В числе приоритетных – исследования в таких областях, как глобальное потепление, сокращение биоразнообразия, ускорение темпов инфляции, запрос на коммуникации нового поколения, которые в той или иной мере связаны с ESG-проблематикой. Повышение значимости науки для зеленого перехода будет стимулировать масштабный приток инвестиций в развитие энергетических и экологических ИР, а также в системные инновации в различных секторах.

Еще одним важным трендом, определяющим развитие сферы науки, стала **трансформация торговых и логистических связей** (№ 2) под воздействием регионализации, социально-экономических потрясений (в том числе пандемии COVID-19) и геополитической напряженности. Приостановка или прекращение импорта необходимых комплектующих и невозможность быстрой переориентации на новых поставщиков подталкивают страны к налаживанию собственного производства и соответствующих исследований.

Политические мегатренды

Конкуренция между странами – лидерами (в частности, по объему внутренних затрат на ИР в первую десятку входят США, Китай, Япония, Германия, Республика Корея, Франция, Индия, Великобритания, Россия) из сугубо экономической плоскости переносится в область определения технологических, торговых, экологических стандартов и преимуществ. Уровень экономического и технологического развития стран сейчас в значительной степени определяется их возможностями проецировать свое влияние на геополитической арене. В том числе исходя из этого **государства задают вектор научно-технологического развития** (№ 11) и соответствующие национальным интересам приоритеты и регулярно их корректируют под воздействием внутренних и внешних изменений. Трансформация современного миропорядка сопровождается появлением новых глобальных, региональных и трансрегиональных форматов регулирования взаимодействия государств на мировой арене, в частности в научно-образовательной сфере. Формирующиеся в этих условиях **техноэкономические блоки** (№ 15) располагают высоким научно-технологическим потенциалом, масштабными финансовыми, человеческими и технологическими ресурсами, необходимыми для обеспечения независимости блока, в том числе технологической. **Геополитическое соперничество** (№ 9) подхлестывает технологическую гонку. Однако независимо от складывающейся политической ситуации, международная кооперация остается необходимым условием развития науки на глобальном и национальном уровнях. Все более значимой становится научная дипломатия, как одно из условий успешного формирования и развития техноэкономических блоков. Многосторонние институты разрабатывают новые направления деятельности, выстраиваются гибкие сетевые площадки под конкретные повестки – борьбу с изменением климата, регулирование технологических цепочек, решение вопросов соблюдения прав человека, гуманитарные проблемы и пр.

Природные мегатренды

Экологические мегатренды, связанные с изменением климата, **потерей биоразнообразия и деградацией экосистем** (№ 12), ростом конкуренции за природные ресурсы, оказывают непосредственное влияние на формирование научной повестки и определение приоритетных направлений ИР. Перед наукой возникают многоаспектные и мультидисциплинарные задачи, которые связаны с климатическими изменениями как напрямую, так и опосредованно. К примеру, решение продовольственной проблемы в контексте климатических сдвигов должно способствовать прогрессу в борьбе с бедностью, неравенством, деградацией экосистем.

Поиск ответов на экологические вызовы требует всестороннего, в том числе с опорой на методы социальных и гуманитарных наук, изучения экономических, нормативных, экологических, культурных и других факторов, влияющих на климат и биоразнообразие, проведение междисциплинарных и трансдисциплинарных исследований. Например, связка проблем «вода – продовольствие – энергия – экосистемы» образует комплекс, объединяющий физические, природные, биологические, социальные и поведенческие процессы. Технологии совершенствуются для добычи одних, в частности трудноизвлекаемых, ресурсов (газа, нефти, др.) и повышения эффективности использования других (воды, почвы), а также для замещения дефицитных ресурсов синтетическими, что определяет значимость междисциплинарных исследований. Нехватка ресурсов стимулирует спрос на достижения науки и технологий, что, в свою очередь, может довольно быстро усилить позиции стран, поддерживающих развитие ИР и человеческого капитала.

Резюме

Как будет выглядеть передний край и в целом повестка мировой науки, во многом определяют взаимосвязанные мегатренды. Они же придают импульс развитию ряда трендов самой науки, включая сдвиги в ее институциональной структуре; ускорение инновационного цикла, сближение стадий исследовательского процесса, развитие трансляционных исследований (предполагают использование результатов фундаментальных исследований на практике); трансформацию роли государства в развитии исследований и разработок (в частности, модификацию форматов и увеличение масштабов их финансирования, в т.ч. за счет инвестиций бизнеса); цифровизацию исследований и экспериментов, внедрение искусственного интеллекта и развитие новых исследовательских технологий; усиление конкуренции за таланты; изменение требований к научным результатам, диверсификацию механизмов поддержки науки и др.



Источники: результаты стратегического проекта «Национальный центр научно-технологического и социально-экономического прогнозирования», реализуемого по программе развития НИУ ВШЭ при поддержке Минобрнауки России (Программа «Приоритет 2030» нацпроекта «Наука и университеты»), а также Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.



Влиянию мегатрендов на развитие науки посвящена **монография «Будущее мировой науки»**, выпущенная ИСИЭЗ НИУ ВШЭ в 2024 г. (доступна в печатной версии в книжных магазинах и для заказа [онлайн](#)).

■ Материал подготовили **Д. Е. Грибкова, Ю. В. Мильшина, М. С. Анташева**

Данный материал НИУ ВШЭ может быть воспроизведен (скопирован) или распространен в полном объеме только при получении предварительного согласия со стороны НИУ ВШЭ (обращаться issek@hse.ru). Допускается использование частей (фрагментов) материала при указании источника и активной ссылки на интернет-сайт ИСИЭЗ НИУ ВШЭ (issek.hse.ru), а также на авторов материала. Использование материала за пределами допустимых способов и/или указанных условий приведет к нарушению авторских прав.
