



Система интеллектуального анализа больших данных



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ЭКОНОМИКИ ЗНАНИЙ

Дата выпуска: 14.03.2024

Топ-20 фронтиров мировой науки

Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ с помощью системы интеллектуального анализа больших данных iFORA продолжает изучать фронтиры науки – наиболее значимые тематики мировой научно-технологической повестки.

Контекст исследования

В последние десятилетия неуклонно растет скорость трансформационных процессов, что отражается и на динамике научных изысканий. Их тематику развитие и быстро развивающиеся экономики определяют как с учетом приоритетов госполитики, так и в контексте обостряющейся необходимости поиска ответов на глобальные вызовы (изменение климата, энергетический переход, трансформация структуры заболеваемости и др.), а также уровня накопленных знаний и доступных методов исследований. Понимание ключевых трендов развития мировой науки является критически важным условием для принятия своевременных и эффективных решений в области научно-технологической политики, в том числе в части выбора направлений для приоритетной поддержки исследований и разработок.

Справочно: Фронтиры науки – тематики научных исследований, относящиеся к первому децилю (первым 10% в ранжированном ряду распределения) по уровню значимости за предшествующий год и характеризующиеся значением индекса значимости за этот год, превышающим среднее его значение за последние пять лет. **Суперфронтиры** – междисциплинарные тематики, относящиеся к нескольким областям науки или научным направлениям. Наименования фронтиров сформулированы в самой краткой форме, обобщающей входящие в их состав исследования.

Индекс значимости отражает актуальность тематики (упоминаемость), ее влияние на мировую науку в целом (векторная центральность) и на другие тематики внутри конкретного научного направления, в состав которого она входит (внутрикластерная векторная центральность). Векторная центральность, отражающая влияние одной тематики на другие, близка по смыслу понятию центральности, применяемому в теории графов. Она представляет собой усредненный показатель векторной близости тематики со всеми остальными тематиками, включенными в анализ, измеренной с помощью косинусного сходства соответствующих векторов.

Система интеллектуального анализа больших данных iFORA разработана ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с применением передовых технологий искусственного интеллекта. Ее информационная база уже включает более 750 млн документов (научные публикации, патенты, нормативная правовая база, рыночная аналитика, отраслевые медиа, материалы международных организаций, вакансии, другие виды источников) и постоянно пополняется. В 2020 г. iFORA отмечена в журнале *Nature* в качестве эффективного инструмента поддержки принятия решений в интересах бизнеса и органов власти. ОЭСР относит систему iFORA к успешным инициативам в области цифровизации науки.

Для данного исследования выполнены расчеты на основе более 26 млн документов, входящих в базу данных научных публикаций системы iFORA за 2018–2022 гг. Публикация продолжает серию обзоров фронтиров мировой науки, выпущенных в 2022 и 2023 гг.

Главные выводы

Исходя из общепринятой [классификации ОЭСР](#) Fields of Research and Development был сформирован перечень из 15 областей науки, 131 научного направления и около 13 тысяч кластеров тематик (каждый кластер включает в себя три связанные друг с другом тематики). Для каждого направления выделены фронтиры науки, охватывающие широкий спектр тематик, связанных с исследованиями самых разных явлений, процессов, проблем, а также разработкой методов, технологий, продуктов и т.п. Всего в ходе этой работы были выявлены 724 фронтира науки. Среди них выделены 20 топовых тематик, отличающихся наиболее высоким индексом значимости и образующих сегодня передний край мировой науки (табл. 1).

По сравнению с предыдущими годами в списке топовых тематик значительно снизилось число фронтиров в области наук о жизни, что обусловлено ослаблением внимания к проблеме пандемии новой коронавирусной инфекции и переориентацией исследований на более приоритетные направления.

Наибольший интерес ученых сконцентрирован сегодня вокруг развития цифровых технологий и их применения для решения практических задач. Цифровая трансформация становится драйвером развития широкого спектра отраслей, оказывая заметное влияние как на структуру рынков, так и на бизнес-процессы.

Таблица 1. ТОП-20 фронтиров мировой науки

Ранг	Фронтиры науки	Научные направления, к которым относятся фронтиры
1	Обнаружение объекта; Глубокое обучение; Немедленное оперативное использование	Компьютерное зрение и технологии обработки изображений
2	Выделение именованных сущностей; Логическое следствие; Встраивание	Технологии обработки данных
3	Эмоции; Культурная география; Полевая работа	Искусствоведение, искусствознание, культурология
4	Гидрофобность; Смачивающий слой; Производство	Материалы с новыми свойствами
5	Максимальная энтропия; Экосистема; Экологическое пространство	Управление устойчивым развитием
6	Визуальная аналитика; Информационные системы; Методы взаимодействия	Коммуникационные интернет-технологии
7	Датчик деформации; Гибкая электроника; Датчик	Цифровая медицина
8	Рекуперационные топливные элементы; Биоэлектричество; Биоэнергетика	Биоэнергетика
9	Социальные медиа; Онлайн-обзоры; Бренд-сообщество	Маркетинг
10	Оксид графена; Графит; Тканевая инженерия	Биоматериалы и материалы медицинского назначения
11	Умные города; Большие данные; Интернет вещей★	Устойчивое развитие городов Туризм и индустрия гостеприимства
12	Магнетизм; Сорбенты; Микроэкстракция	Методы анализа веществ и материалов
13	Периферийные вычисления; Интернет вещей; Осведомленность о местоположении	Распределенные вычисления и облачные технологии
14	Теплообмен; Интенсификация теплообмена; Автомобильные радиаторы★	Жаропрочные и теплопроводящие материалы Теплофизика
15	Граничные объекты; Создание возможностей; Инновации	Влияние технологий на общество
16	Органический почвенный углерод; Китай; Поглотитель углерода	Продовольственная безопасность
17	Экосистема; Растительные сообщества; Стабильность экосистемы	Экологические биотехнологии
18	Распределенная оптимизация; Метод множителей; Параллельные алгоритмы	Технологии умного производства и проектирования
19	Одноклеточный анализ; Малые цитоплазматические РНК; Одноклеточное секвенирование РНК	Синтетическая биология
20	Символическое выполнение; Генерация тестов; Тестирование	Разработка программного обеспечения

★ Суперфронтиры.

Главным фронтиром науки по итогам проведенного анализа стали технологии компьютерного зрения и обработки изображений, связанные с обнаружением и распознаванием объектов в режиме реального времени с использованием методов глубокого обучения. Для эффективного распознавания образов необходимо обучать модели по специально размеченным наборам данных, что является весьма долгим и трудозатратным процессом. Однако все чаще для этих целей применяются методы неконтролируемого обучения, которые работают с неразмеченными данными. Технологии глубокого обучения используются при создании образов в дополненной реальности. Благодаря компьютерному зрению стало возможным, в частности, появление беспилотного транспорта. В сельском хозяйстве эти технологии служат для оценки зрелости урожая, в здравоохранении – для расшифровки медицинских изображений, построения 3D-моделей органов или, например, опухолей при планировании хирургических вмешательств. Продвинутое компьютерное зрение в сочетании с технологиями Интернета вещей должны стать технологической основой для безлюдных производств, что позволит заблаговременно выявлять возможные неполадки, которые могут приводить к авариям.

Магистральным направлением развития цифровых технологий является также совершенствование методов анализа текстовых и аудиоданных. Выявление с помощью искусственного интеллекта информации, ее обработка и представление в необходимом для конечных пользователей виде имеет ценность для углубленной аналитики (например, обнаружения зарождающихся трендов, «слабых сигналов» и связей между ними), маркирования текстовых и аудиоматериалов (в том числе чувствительной информации). Помимо этого, технологии выявления именованных сущностей являются важной частью систем машинного перевода и генеративного интеллекта, позволяя интерпретировать запросы человека.

Большое внимание в современной науке уделяется экологической и продовольственной безопасности, в том числе вопросам рекультивации земель. Деградация почв в результате нерационального землепользования приводит к потере почвенного органического углерода и, как следствие, снижению их плодородия, а также обострению негативных последствий изменения климата за счет усиления дисбаланса в рамках глобального углеродного цикла. Для решения этой проблемы разрабатываются технологии регуляции уровня CO₂ в почве, например, за счет усиления фотосинтеза в сельскохозяйственных растениях с помощью микробиологических препаратов, что интенсифицирует процесс связывания углерода в почве.

К наиболее фронтальным тематикам в области наук о жизни относятся новые технологии одноклеточного секвенирования, в том числе РНК-секвенирования, с помощью которых можно анализировать свойства отдельных клеток. Эта технология используется, в частности, при изучении редких видов клеток или изменения фенотипа в клетках одного типа. Серьезное значение придается созданию новых биоматериалов и поиску возможностей применения уже известных материалов в медицинских целях. Так, обладающий высоким уровнем биосовместимости графен может использоваться для создания прочных каркасов в тканевой инженерии.

Активно ведутся исследования по созданию модифицированных магнитных сорбентов для методов твердофазной микроэкстракции (на базе магнитных полимеров с молекулярными отпечатками, магнитных нанокомпозитов, др.). Технология может применяться для выявления антимикробных агентов в продуктах питания, которые попадают туда вследствие ненадлежащего использования антибиотиков и провоцируют появление антибиотикорезистентных штаммов бактерий.

В перечне фронтиров по сравнению с предыдущими периодами стало больше тем из сферы социальных и гуманитарных наук. Общественные науки все активнее изучают влияние новых цифровых технологий на различные сферы жизни человека. В число наиболее значимых тематик попали исследования, связанные с поиском возможностей продвижения в сети товаров и услуг и формированием бренд-сообществ, позволяющих выстроить через социальные платформы более эффективную коммуникацию с потребителями и тем самым повысить их лояльность.

Цифровизация заметно влияет и на структуру самой науки, расширяя рамки изучения отдельных объектов, процессов, явлений и способствуя усилению трансдисциплинарности исследований. Увеличивается число граничных объектов (объекты, которые используются в рамках нескольких социальных (профессиональных) миров и удовлетворяют различным требованиям каждого из них), прежде всего вследствие расширения возможностей переноса созданных в одной области знаний методов и технологий на другие сферы.

Перечни фронтиров науки могут использоваться в качестве информационной базы научные организации, вузы, инновационные компании при планировании тематик исследований и разработок и формировании исследовательских стратегий, а также органы государственного управления, институты развития, фонды при принятии управленческих решений о первоочередной поддержке наиболее перспективных направлений развития науки и технологий.



Источники: Расчеты на основе системы интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ); результаты проекта «Выявление фронтиров науки, отражающих наиболее значимые тематики глобальной научно-технологической повестки» тематического плана научно-исследовательских работ, предусмотренных Государственным заданием НИУ ВШЭ.

■ Материал подготовили Л. М. Гохберг, А. Ю. Гребенюк

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.