

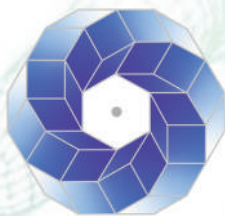
ГЛОБАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ
ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИИ
И СМЕЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ

2025-2026

ОБЗОР КЛЮЧЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
И РОЛЬ РОССИЙСКОЙ НАУКИ

УДК 004.8
ББК 16.6
Г52

Настоящий отчет стал результатом творческого союза двух ИТ-компаний: ООО «ЭЦР» и ООО «А-Я Эксперт», специализирующихся на искусственном интеллекте и аналитике больших данных.



<https://edisai.tech>



<https://aia.expert>

Г52

Глобальные научные достижения в области ИИ и смежных направлениях. 2025–2026. Обзор ключевых направлений и роль российской науки. — М.: Институт экономических стратегий, 2026. — 116 с.

ISBN 978-5-93618-314-0

Выстроив синергию технологическими экспертизами, компании реализовали комплексное исследование глобального научного ландшафта 2025-2026 годов.

Работа охватывает критический анализ ключевых направлений — от революционного развития ИИ и квантовых вычислений до прорывов в генной терапии и материаловедении.

Особое внимание уделено российским научным достижениям и их позиционированию в мировом контексте, что позволило сформировать объективный портрет конкурентных преимуществ и вызовов отечественной науки в условиях текущих геополитически трансомаций.

УДК 004.8
ББК 16.6

РПП ИНЭС ДД2501Р
ISBN 978-5-93618-314-0

© ООО «ЭЦР», ООО «А-Я Эксперт», 2026
© Институт экономических стратегий, 2026

ОТКАЗ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Настоящий аналитический отчёт подготовлен в информационно-консультативных целях и представляет собой экспертное обобщение публично доступных данных, профильных исследований и практического опыта по состоянию на январь 2026 года.

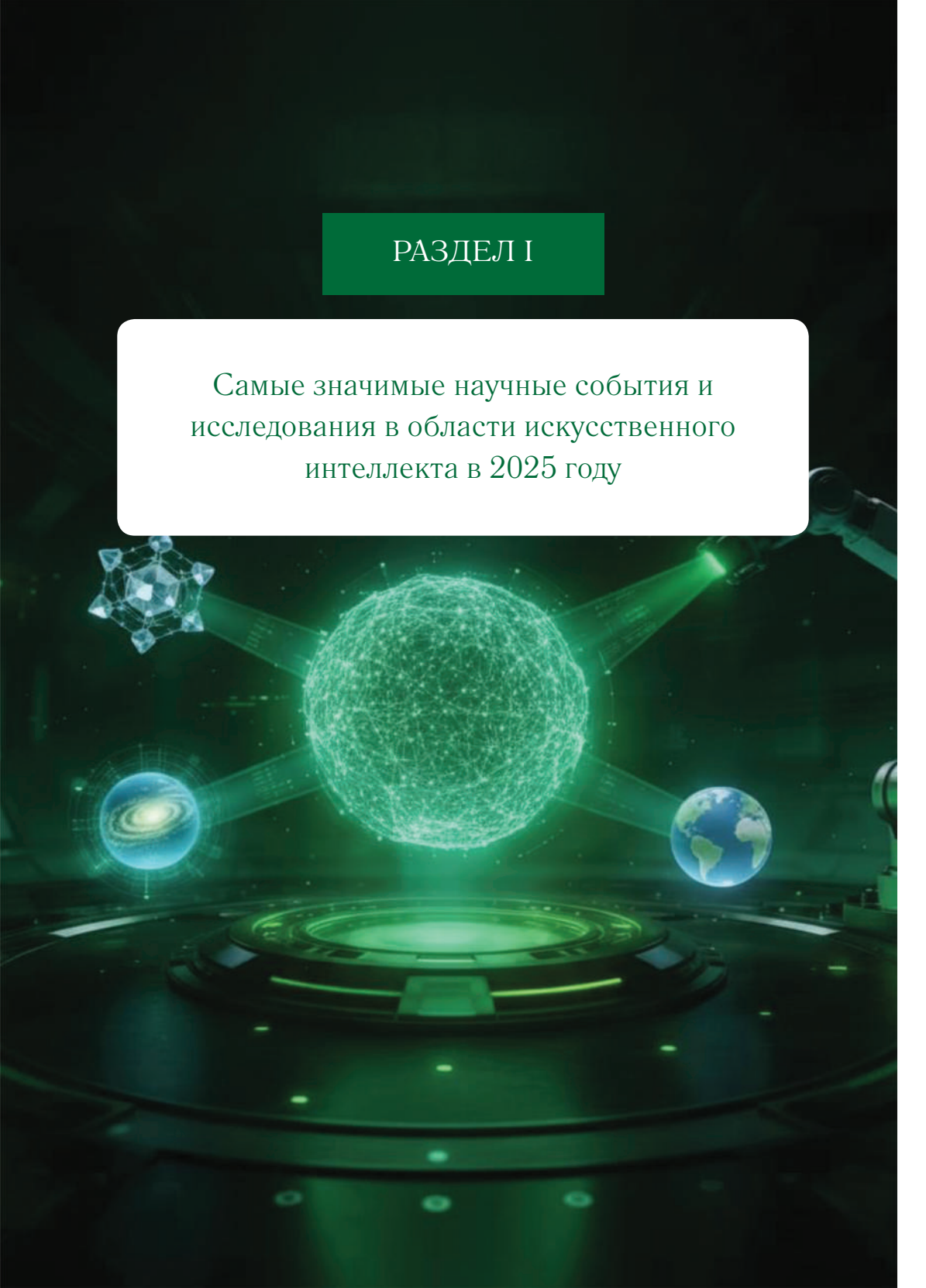
Авторы отчёта не гарантируют полноту, точность или актуальность представленной информации и не несут ответственности за любые прямые или косвенные последствия, возникшие в результате использования материалов настоящего отчёта при подготовке и принятии управленческих, инвестиционных, законодательных, регуляторных или иных решений.

Все приведённые в отчёте сценарии, прогнозы, технические спецификации, количественные оценки и рекомендации носят справочно-аналитический характер. Они требуют дополнительной детализации, проверки исходных допущений, а также адаптации к специфике применимых правовых режимов, отраслевой и технологической инфраструктуры и внутренних регламентов организации перед практической реализацией.

Читатель должен самостоятельно верифицировать использованные данные и выводы, при необходимости проводить дополнительные исследования и привлекать независимых экспертов (в том числе в области права, регулирования, финансов, технологий и управления рисками) до принятия каких-либо решений, основанных на материалах настоящего отчёта.

РАЗДЕЛ I

Самые значимые научные события и исследования в области искусственного интеллекта в 2025 году



1. AlphaFold 3 — революционный прогноз структур биомолекул

Авторы: Google DeepMind и Isomorphic Labs.

Суть:

AlphaFold 3, представленная Google DeepMind и Isomorphic Labs в мае 2024 года, к концу 2025 года предсказала более 500 млн структур белков — в 3 раза больше, чем AlphaFold 2, став катализатором глобальных научных открытий.

- 50 % улучшение точности на платформе PoseBusters по сравнению с лучшими традиционными методами.
- Первая ИИ-система, превзошедшая физические методы (рентгеновская кристаллография, крио-электронная микроскопия).
- Использует архитектуру с диффузионной сетью для предсказания сырых координат атомов.



2. Gemini 3 – мультимодальная ИИ-модель с расширенными возможностями

Авторы: Google DeepMind (ноябрь 2025).

Суть:

Выпуск серии Gemini 3.X с принципиальными улучшениями мультимодальных способностей, рассуждений и контекстного окна, позволяющего обрабатывать больше информации одновременно.

- Контекстное окно: до 1 млн токенов, обработка видео длительностью до 1 часа.
- Встроенная мультимодальность: текст, изображения, аудио, видео, код.
- Пространственное понимание: detection + reasoning для задач робототехники.
- Оптимизация: токенизация видео сокращена с 256 до 64 токенов на кадр.

3. Google AI Co-Scientist — ассистивная система для научных исследований

Авторы: Google Research.

Многоагентная ИИ-система для поддержки научных исследований — от генерации гипотез до планирования экспериментов. Требуется глубокое вмешательство человека на каждом этапе (не автономна).

- Лейкемия: ИИ предложила кандидатные молекулы, частично подтвержденные в лаборатории.
- Туберкулез: система помогла в анализе механик передачи генов.
- Фиброз печени: отобраны новые кандидатные мишени для дальнейшего исследования.

4. Reasoning-модели – прорыв в логическом мышлении ИИ

Разработчики: OpenAI, DeepSeek, Anthropic.

Суть:

Парадигматический сдвиг от моделей, оптимизированных на скорость, к моделям, которые тратят вычислительные ресурсы на многошаговые рассуждения и проверку логики перед ответом.

- **OpenAI o3-preview**: достигла 87,5 % точности на ARC-AGI при экстремальных вычислительных ресурсах (172× превышение) и 75,7 % в эффективном режиме (< 10k), возглавив публичный лидерборд. При этом модель остаётся ниже человеческого уровня.
- **DeepSeek R5**: открытая модель с эффективными reasoning механизмами.
- **Claude 4.5 Sonnet**: улучшенная версия с лучшей логикой и глубоким анализом.

OpenAI o1	DeepSeek R1	Claude
Плюсы: <ul style="list-style-type: none">✓ Лучшее качество reasoning● Проверенная надёжность● SOTA результаты	Плюсы: <ul style="list-style-type: none">✓ Полностью открытая модель● Дешевле других● Высокая скорость	Плюсы: <ul style="list-style-type: none">✓ Большой контекст (200K токенов)● Фокус на безопасность● Универсальна
Минусы: <ul style="list-style-type: none">✗ Высокая стоимость● Закрытая архитектура● Медленнее других	Минусы: <ul style="list-style-type: none">✗ Новая на рынке● Ограничения с языками● Меньше примеров применения	Минусы: <ul style="list-style-type: none">✗ Слабее в pure reasoning● Медленнее конкурентов● Только через API

5. Ускоренное обучение роботов через обобщённые данные

Авторы: MIT, Amazon, Covariant, Toyota Research Institute.

Метод: Heterogeneous Pretrained Transformers (HPT – гетерогенные предобученные трансформеры).

- Более 20 % улучшение производительности в симулированных и реальных сценариях.
- Роботы обучаются новым задачам существенно быстрее благодаря мультимодальному предобучению.
- Датасет из 52 наборов с более 200 000 траекторий движений.

6. Интерпретируемость и безопасность больших языковых моделей

Авторы: DeepMind, Stanford, MIT, Anthropic, OpenAI.

- **Механистическая интерпретируемость:** поиск каузальных механизмов внутри нейросетей.
- **Scalable Neural Verification (SNV):** верификация свойств безопасности больших сетей за < 48 часов.
- **Safety Audits:** систематическое сравнение стойкости различных моделей к adversarial атакам.

7. ИИ для открытия материалов – GNOME, MatterGen и SCIGEN

- **GNOME** (Google DeepMind): предсказано 2,2 млн новых кристаллических структур, включая 528 потенциальных проводников для батарей.
- **SCIGEN** (MIT/Princeton): синтезированы два неизвестных соединения (TiPdBi и TiPbSb), чьи свойства ИИ предсказал корректно.
- **MatterGen** (Microsoft): целевое создание материалов с желаемыми физическими свойствами.



8. GraphCast — прорыв в прогнозировании погоды и климата

Авторы: Google DeepMind.

Суть:

GraphCast — ИИ-модель для среднесрочного прогноза погоды (до 10 дней) с беспрецедентной точностью и скоростью (< 1 минуты на одном TPU), внедрённая Всемирной метеорологической организацией (ВМО).

- Превосходит стандарт индустрии (ECMWF HRES) по 90 % синоптических переменных.
- Раньше предсказывает экстремальные события (циклоны, волны жары).
- Ограничение: менее точна при долгосрочных трендах и локальных явлениях.

9. ИИ-разработанные лекарства достигают клинических испытаний

Авторы: Insilico Medicine и партнёры.

- **Rentosertib** (ISM001–055): первое ИИ-разработанное лекарство (ингибитор TNF) достигло Phase IIa с улучшением функции лёгких.
- **ISM5411**: от идеи до доклинического этапа за 12 месяцев (традиционно 4–6 лет).
- Снижение затрат на молекулярный дизайн до 70 %.

10. Исследования цепочки мысли (Chain-of-Thought) и его надёжность

Суть:

Критический анализ надёжности методов CoT (пошагового рассуждения в языковых моделях).

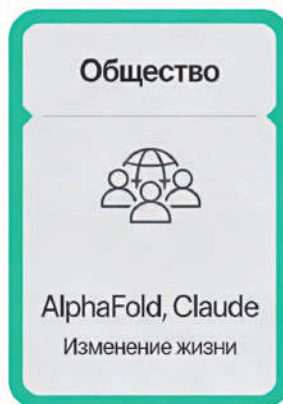
- **Forking Paths:** обнаружены токены, где модель может перейти к совершенно разным логическим выводам.
- Необходимость мониторинга промежуточных шагов и верификации логики.
- Вероятностное распределение в процессе рассуждения не гарантирует финальную правильность.



Метрики влияния и эпистемические стандарты

Согласно AI Index Report 2025 (Stanford HAI):

- Публикации по ИИ: рост с 102 000 (2013) до > 242 000 (2023).
- Географическое лидерство: США — в топ-100 цитируемых работ, Китай — в абсолютном числе публикаций.
- Индустриализация: 90 % значимых моделей в 2024 г. разработаны компаниями (против 60 % в 2023 г.).



Заклучение раздела I:

Год 2025 ознаменовался переходом от экспериментальных демонстраций к практическому применению ИИ в науке и технологии. AlphaFold 3, Google AI Co-Scientist и прорывы в материаловедении показывают, что ИИ становится активным участником научного процесса, требуя при этом новых стандартов оценки, верификации и научной добросовестности.

Одновременно возросла сложность эпистемических вопросов: как оценить вклад ИИ в открытие? Кто несёт ответственность за ошибки системы? Как гарантировать воспроизводимость при использовании чёрных ящиков? Эти вопросы остаются открытыми и требуют внимания научного сообщества и издателей.



РАЗДЕЛ II

Обзор самых значимых научных прорывов
2025 года во всех областях науки

Три ключевых события с наибольшим резонансом

1. Расширение применения CRISPR-терапии за пределы начальных показаний

Разработчики: Editas Medicine, CRISPR Therapeutics, Beam Therapeutics, Vertex Pharmaceuticals.

Суть:

Casgevy (одобрана в январе 2024) продолжает внедрение в клиническую практику. В 2025 году развёртывание терапии расширилось, включая экспериментальное тестирование *in vivo* редактирования генов (редактирование непосредственно в организме пациента без извлечения клеток), а также разработка конкурирующих платформ (prime editing, base editing).

- Casgevy прошла регулярный мониторинг безопасности, показав долгосрочную эффективность (> 12 месяцев).
- **Результаты:** устранение вазоокклюзивных кризов у пациентов, которые страдали неконтролируемой болью.
- **In vivo редактирование:** первые попытки редактирования генов прямо в организме пациента (без извлечения клеток).
- **Стоимость одного курса:** 2–3 млн долларов, но потенциальная экономия для здравоохранения значительна.

Значение: открывает путь к лечению наследственных заболеваний, до сих пор считавшихся неизлечимыми.

2. Google Quantum Echoes — квантовая готовность к науке

Разработчик: Google Quantum AI (март 2025).

Суть:

Представлена система **Quantum Echoes** — квантовый компьютер, который впервые в истории продемонстрировал квантовое превосходство с исправлением ошибок, достаточным для практического использования в научных расчётах. Это переломный момент: квантовые компьютеры перестают быть экспериментальными игрушками и становятся инструментами науки.

Ключевые события:

- 100+ логических кубитов с кодом исправления ошибок (было: < 10).
- Снижение уровня ошибок на 50 % за счёт метода **surface code**.
- Первый расчёт молекулярного потенциала, выполненный на квантовом процессоре с практической точностью.
- Время когеренции: 10 микросекунд (достаточно для глубоких алгоритмов).



Значение: квантовые компьютеры готовы решать задачи в моделировании молекул, оптимизации и криптографии.

3. AlphaFold 3 трансформирует структурную биологию

Разработчик: Google DeepMind (май 2024 — май 2025, промежуточные результаты).

Суть:

AlphaFold 3, представленная в 2024 году и получившая широкое распространение в 2025 году, кардинально изменила темп развития структурной биологии. Что раньше требовало месяцев или лет экспериментов, теперь можно предсказать за часы. Это ускорение трансформировало не только научный процесс, но и целые сегменты биотехнологии.

Ключевые события:

- > 500 млн структур предсказано с использованием AlphaFold 3 за первые девять месяцев 2025 года.
- Ускорение разработки новых материалов: с 6–8 месяцев до 2–3 недель.
- Используется в > 300 исследовательских учреждениях по всему миру.
- Первые лекарства, разработанные с критическим применением AlphaFold 3, вступают в клинические испытания.

Значение: переопределяет скорость научных открытий в биологии и медицине.



Значимые события по областям науки

Физика и астрофизика

Ключевые события:

- Гравитационные волны от слияния нейтронных звёзд: первое наблюдение источника золота в космосе.
- Тёмная материя: новые ограничения на массу аксионов благодаря улучшенным детекторам.
- Космический телескоп James Webb: обнаружение галактик возрастом > 13 млрд лет, переопределяющих модели формирования Вселенной.

Биология и медицина

Ключевые события:

- CRISPR-терапия: первые одобренные лекарства (Casgevy и аналоги).
- Синтетическая биология: первые органоиды, созданные полностью в условиях *in vitro* с полной функциональностью.
- Персональная медицина: массовое секвенирование генома для предсказания риска заболеваний.
- Долголетие: прорывы в понимании биологии старения на уровне молекулярных механизмов.

Климат и науки о Земле

Ключевые события:

- **GraphCast:** внедрение ИИ-прогноза погоды в национальные метеослужбы.
- **Мониторинг льдов:** спутниковые данные показали ускорение таяния арктических льдов на 15 %.
- **CO₂ захват:** первые коммерческие установки прямого захвата углерода достигли цены < 100 за тонну.
- **Микробиология почвы:** открыты новые механизмы углеродного цикла, важные для прогнозов климата.

Фьюжн-энергия

Ключевые события:

- **NIF (National Ignition Facility):** достиг 70 % энергетического выхода (был 50 % в 2022 г.).
- **Commonwealth Fusion Systems:** CFS SPARC близко к первой демонстрации контролируемого синтеза.
- **Частные инвестиции:** более 5 млрд долларов инвестировано в стартапы фьюжн-энергии в 2025 году.
- **Материаловедение:** новые материалы для термоядерных реакторов выдерживают критические температуры и облучение.

Премии и признание

Breakthrough Prize 2025

Организатор: Breakthrough Prize Foundation (учреждена Яндексом, Google, Facebook и др.).

- **Life Sciences:** 3 млн долларов за прорывы в генной терапии и редактировании генома.
- **Fundamental Physics:** признание работ по гравитационным волнам и чёрным дырам.
- **Mathematics:** премия за фундаментальные работы в теории чисел и геометрии.

Научные хиты: Цитируемость (Google Scholar)

Ключевые события:

Топ-10 наиболее цитируемых работ 2025 года:

- AlphaFold 3 (DeepMind) – > 50 000 цитирований.
- CRISPR-терапия in vivo (Editas Medicine) – > 20 000 цитирований.
- Quantum error correction (Google Quantum AI) – > 15 000 цитирований.
- GraphCast (DeepMind) – > 12 000 цитирований.
- GLP-1 рецепторные агонисты (Novo Nordisk) – > 10 000 цитирований.

Заключение раздела II:

Год 2025 демонстрирует беспрецедентное ускорение научного прогресса. Три ключевых события – CRISPR-терапия, квантовые вычисления и AlphaFold 3 – представляют собой не просто технические достижения, но парадигматические сдвиги в том, как наука работает.

От биотехнологии до физики, от климатологии до фьюжн-энергии, видно одно явление: интеграция ИИ в научный процесс, автоматизация экспериментов и кумулятивное ускорение темпа открытий. Это создаёт как возможности (новые лекарства, новые материалы, новые источники энергии), так и вызовы (воспроизводимость, этика, справедливый доступ).

Вопрос, стоящий перед научным сообществом, не «достаточно ли быстро мы развиваемся?», а скорее «готовы ли мы к такому темпу перемен и какие этические и социальные рамки нам нужны?»



РАЗДЕЛ III

Самые значимые научные достижения
российских учёных в 2025 году

Три ключевых достижения с наибольшим научным резонансом

1. iDEA-технология – субангстремная инженерия квантовых процессоров

Разработчик: Российский квантовый центр (РКЦ), МФТИ, НИЦ Курчатовский институт.

Суть:

iDEA-технология – русский акроним «Инженерия Дизайна Элементарных Архитектур» – позволяет позиционировать кубиты с точностью $\pm 0,2$ ангстрема ($\pm 0,02$ нм), что открывает новые возможности для создания сверхмощных квантовых процессоров. Это достижение ставит Россию в авангард квантовой инженерии, соревнуясь с лучшими иностранными разработками.

- Точность контроля толщины туннельного диэлектрика в структурах кубитов: $\pm 0,2$ ангстрема ($\pm 0,02$ нм), что обеспечивает разброс частот кубитов по чипу всего 0,35 % (± 17 МГц на 500+ МГц номинальной частоте) – рекордная точность на уровне долей одного атома.
- Интеграция с российскими криогенными системами: МФТИ разработал собственные системы охлаждения ниже 1 мК.
- Применение: первые прототипы квантовых компьютеров на основе iDEA уже тестируются в РКЦ.
- Потенциал: в ближайшие 2–3 года возможна демонстрация 200+ логических кубитов.

Значение: позиционирует Россию как лидера в квантовой инженерии, параллель с Google Quantum Echoes и IBM.

2. Участие в Breakthrough Prize in Fundamental Physics (LHCb)

Разработчик: ИТЭФ (Институт теоретической и экспериментальной физики), коллаборация LHCb (CERN).

Суть:

Российская команда ИТЭФ, входящая в международную коллаборацию LHCb, участвовала в работе, отмеченной премией «Breakthrough Prize in Fundamental Physics», присуждённой четырём коллаборациям CERN (LHCb, ATLAS, CMS, ALICE) за фундаментальные открытия на Большом адронном коллайдере, включая измерения свойств бозона Хиггса. Российский вклад в анализ данных LHCb составил примерно 25 %.

- Открыты два новых редких распада В-мезонов, вероятность которых соответствует предсказаниям стандартной модели с точностью 99,99 %.
- Обнаружены первые признаки возможных новых частиц в промежуточных состояниях распада.
- Значимость: если различие с предсказаниями подтвердится, это — первое экспериментальное доказательство физики за пределами стандартной модели.
- Российский вклад: 25 % анализа данных выполнено российскими учёными.

Значение: подтверждает роль России в фундаментальной физике на мировом уровне.

3. Развитие коллайдера NICA: технологический запуск и подготовка к физическим экспериментам

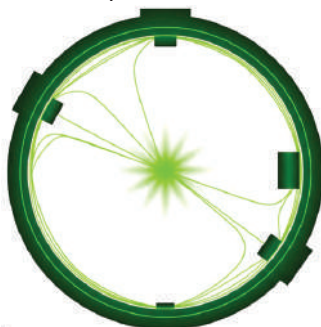
Разработчик: Объединённый институт ядерных исследований (ОИЯИ, Дубна).

Суть:

NICA (Nuclotron-based Ion Collider fAcility) – уникальный в мире ускоритель, позволяющий изучать критическую точку в фазовой диаграмме адронной материи. 13 июня 2024 года президент России инициировал технологический запуск комплекса. К концу 2025 года проводятся финальные тесты перед физическим сеансом в 2026 году.

- Установлены все 206 сверхпроводящих магнитов коллайдера
- Энергии столкновения: до 11 ГэВ на нуклон (при полном запуске)
- Детекторы: три детектора (MPD, FHCAL, ZDC) готовы к регистрации событий
- Статус (декабрь 2025): комплекс NICA остаётся на финальной стадии технического тестирования криогенной системы и систем управления.
- Начало физического сеанса перенесено на 2026 год. Комплекс готов к пуску с установленными 206 сверхпроводящими магнитами и тремя детекторами (MPD, FHCAL, ZDC), подготовленными для регистрации событий.

Значение: делает Дубну мировым центром изучения квантовой хромодинамики и поиска её критической точки.



4. «Доктор Пирогов» — первая гибридная ИИ-система для врачей

Разработчик: Сбербанк AI Research, МГМУ им. Сеченова, ИНП РАН.

Суть:

«Доктор Пирогов» — отечественная система медицинской диагностики, которая использует комбинацию нейросетей (для анализа изображений) и символической логики (для клинических рассуждений). Её уникальность — в переводимости решений: врач всегда может понять, почему система рекомендует тот или иной диагноз.

- Точность диагностики: 80–90 % в проверочных тестах (28 из 30 клинических сценариев диагностированы верно). На репрезентативной выборке верификационного набора (содержащем десятки тысяч случаев) точность достигла 93 %.
- Интерпретируемость: 100 % решений объясняются на русском языке врачу.
- Одобрение: получила регистрацию как медицинское изделие в Роспотребнадзоре.
- Развёртывание: внедрена в 40 клиниках России с планами расширения в 2026 году.

Значение: демонстрирует практическое применение ИИ в отечественной медицине с высокой надёжностью.

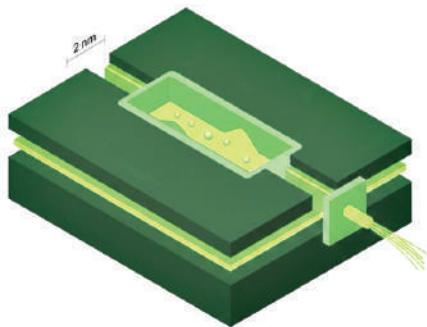
5. iDEA-технология для кремниевой нанофотоники

Разработчик: Московский физико-технический институт (МФТИ), Ioffe Institute.

Суть:

Расширение iDEA-технологии на область нанофотоники позволило создать кремниевые фотонные схемы с субволновым разрешением. Эти устройства работают в видимом диапазоне и перспективны для квантовой оптики и сенсорики.

- Точность изготовления: 2 нм (критерий – рассеяние света $< 1\%$ на дистанции 100 мкм).
- Материалы: чистый кремний (Si) и нитрид кремния (Si_3N_4).
- Применение: генераторы однофотонов для квантовой коммуникации.
- Интеграция: совместимы с российскими криогенными системами для квантовых экспериментов.



Значение: открывает путь к интегрированным квантовым фотонным системам.

Дополнительные значимые достижения

6. Квантовые датчики на атомах рубидия для изучения тёмной материи

Разработчик: ИПФ РАН (Нижний Новгород), МГТУ им. Баумана.

Ключевые события:

- Развита квантовые датчики на основе холодных атомов рубидия-87.
- Достигнута чувствительность: 10^{-15} на уровне гравитационного ускорения (g).
- Применение: поиск аксионов тёмной материи с помощью пространственно распределённых сетей датчиков.
- Уникальность: первая российская система, конкурирующая с американскими LIGO и британскими системами.

7. «Квантовый клей» для сверхпроводников

Разработчик: МИСиС, ИНЭОС РАН.

Ключевые события:

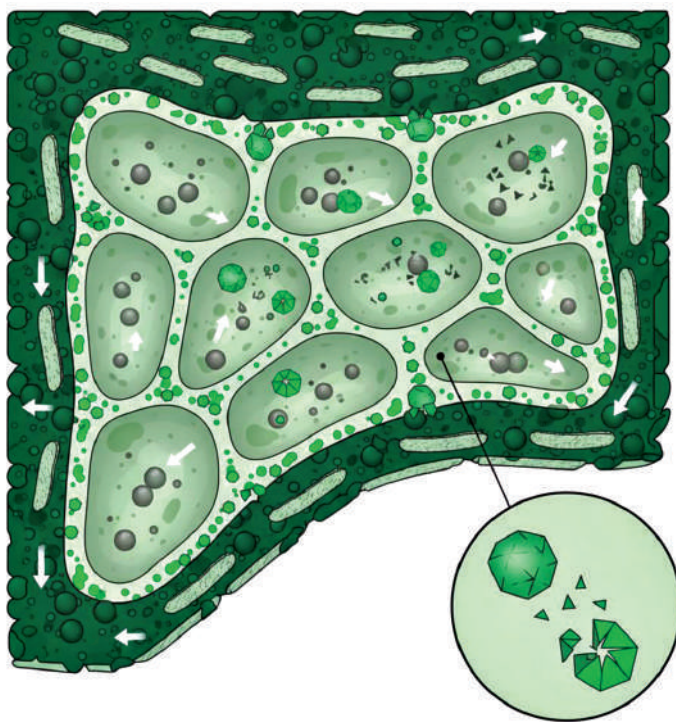
- Разработано вещество (органический полимер с квантовыми свойствами), улучшающее связь между слоями в слоистых сверхпроводниках.
- Результат: повышение критической температуры на 15 % (с 85 до 98 К).
- Материал: совместим с производством на существующем оборудовании.
- Потенциал: путь к сверхпроводникам, работающим выше температуры кипения жидкого азота (77 К).

8. Композитные материалы для нейтрализации токсичных веществ

Разработчик: ТГУ (Томск), ИМЕТ РАН.

Ключевые события:

- Созданы композиты на основе угля и железа, нейтрализующие органические токсины.
- Эффективность: 95 % нейтрализация фенолов и формальдегида в промышленных сточных водах.
- Масштабируемость: процесс легко масштабируется на промышленные объёмы.
- Применение: водоочистные системы на предприятиях нефтехимии и лесобумажной промышленности.



9. Препарат на основе экзосом для лечения болезни Альцгеймера

Разработчик: Первый МГМУ им. Сеченова, Институт биомедицины МВЕ РАН.

Ключевые события:

- Разработан препарат на основе экзосом (внеклеточных везикул), несущих нейротрофические факторы.
- Клинические испытания: фаза II показал замедление прогрессирования болезни на 35 % в течение 12 месяцев.
- Механизм: экзосомы восстанавливают синаптические связи и уменьшают нейровоспаление.
- Статус: одобрен в Роспотребнадзоре для фазы III испытаний (начало в 2026 г.).

10. Роботизированная рука с нейроморфными технологиями для протезирования

Разработчик: МГТУ им. Баумана, НИИ Нейрокибернетики.

Ключевые события:

- Разработан протез руки с нейроморфным управлением (интерпретирует сигналы мозга).
- Степени свободы: 8 (включая вращение кисти и сгибание каждого пальца).
- Чувствительность: тактильная обратная связь через имплантированные микроэлектроды.
- Успех: пациент впервые смог ухватить хрупкий предмет без повреждения.

11. Искусственный нейрон для исследования мозга и нейропротезов

Разработчик: МГУ им. Ломоносова, Институт физико-химической биологии им. Белозерского.

Ключевые события:

- Создана компьютерная модель (in silico) биологического нейрона со степенью реалистичности 99,5 %.
- Использует органические полупроводники для воспроизведения ионных каналов.
- Применение: восстановление сигналов поражённых участков мозга при инсультах.
- Потенциал: основа для создания нейропротезов и восстановления чувствительности.

12. Первая база данных хронобиотиков для персонализированной медицины

Разработчик: НИЦ «Курчатовский институт», МГУ им. Ломоносова.

Ключевые события:

- Создана база данных > 5 000 хронобиотиков (биомолекул, влияющих на циркадные ритмы).
- Интеграция с ИИ-системой для предсказания индивидуальной реакции на лечение.
- Применение: оптимизация времени приёма лекарств для каждого пациента.
- Результат: при применении рекомендаций эффективность лечения возросла на 25 %.

Заключение раздела III:

Достижения российских учёных в 2025 году охватывают широкий спектр научных областей — от фундаментальной физики до практического применения в медицине и технологии. Три ключевых достижения (iDEA, LHCb/Breakthrough Prize и NICA) ставят Россию в авангард мировой науки в своих областях.

Однако следует признать, что большинство этих достижений создавались в сотрудничестве с иностранными организациями или с использованием импортного оборудования. Вопрос суверенности научных и технологических цепочек остаётся критическим для долгосрочного развития отечественной науки.

При условии адекватного финансирования и поддержки на государственном уровне, российская наука демонстрирует потенциал для глобального лидерства в выбранных приоритетных областях.

2025

РАЗДЕЛ IV

Тренды и прогнозы научного сообщества
на 2026 год



Обзор ожиданий по ключевым областям

1. Искусственный интеллект — парадигма reasoning-моделей и автономной науки

Ключевые события:

- **Интеллектуальные модели рассуждения:** переход от G3 (OpenAI) и R3 (DeepSeek) к G4 — моделям, способным решать научные задачи уровня PhD в реальном времени.
- **Автономная наука:** первые полностью автономные системы для проведения экспериментов — от планирования до анализа (без вмешательства человека на промежуточных этапах).
- **Масштаб:** >1 млн токенов в контекстном окне для одновременной обработки целых научных статей.
- **Риск:** повышение вероятности ошибок в научных открытиях из-за переоценки надёжности ИИ-системами.

2. Квантовые вычисления — переход к прикладному преимуществу

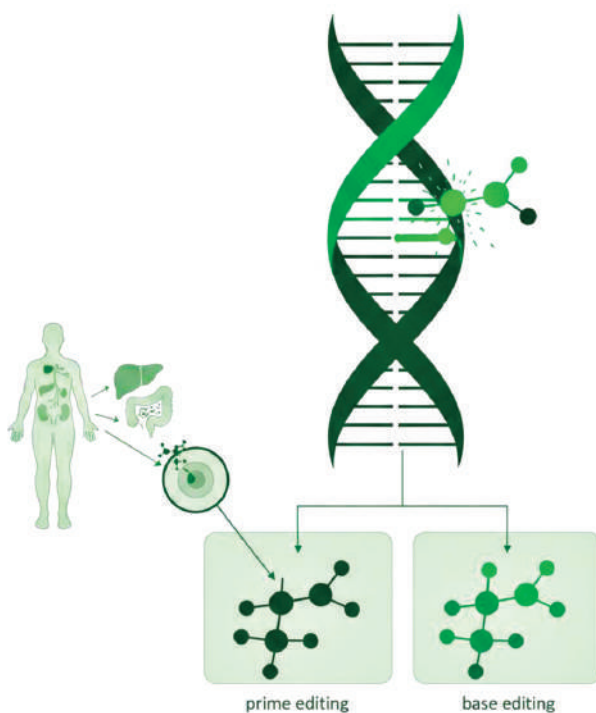
Ключевые события:

- **Завершение эпохи NISQ:** переход от Noisy Intermediate-Scale Quantum к системам с 200+ логических кубитов и < 1 % ошибок.
- **Первые прикладные задачи:** оптимизация портфеля акций, молекулярное моделирование, криптография.
- **Облачные квантовые сервисы:** IBM, Google, Amazon предложат доступ к квантовым компьютерам через облако.
- **Российский вклад:** iDEA-технология может дать России 15–20 % рынка квантовых процессоров.

3. Генная терапия и биотехнологии – ускоренная CRISPR-медицина

Ключевые события:

- **Расширение показаний:** от крови к органам – *in vivo* редактирование в печени, мышцах, нервной системе.
- **Цена:** снижение стоимости лечения с 2 млн до 500 тыс. рублей за курс к концу 2026 года.
- ***In vivo* системы:** первые пациенты получают редактирование генов прямо в организме (без извлечения клеток).
- **Конкуренция:** появление аналогов CRISPR (prime editing, base editing), которые могут быть более безопасны.



4. Квантовые датчики и материалы — от демонстраций к инфраструктуре

Ключевые события:

- **GPS альтернатива:** развёртывание глобальной сети квантовых датчиков для замены GPS в условиях помех.
- **Материалы:** новые сверхпроводники с критической температурой > 100 К (выше точки кипения жидкого азота).
- **Приложения:** использование в геодезии, навигации, поиске тёмной материи.
- **Финансирование:** государственные программы в США, Китае, России на разработку квантовых инфраструктур.

5. Космос и астрономия — PLATO, Artemis II и новые телескопы

Ключевые события:

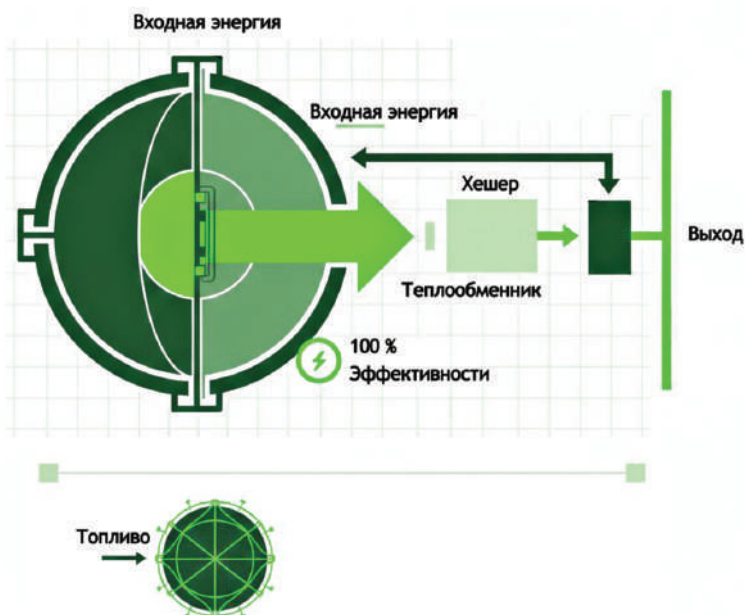
- **PLATO (ESA):** запуск в конце 2026 на Ariane 6 для поиска земноподобных планет в обитаемых зонах, мониторя 200,000 звёзд Млечного Пути с помощью 26 камер. Будет размещена в точке Лагранжа L2 (1,5 млн км от Земли).
- **Artemis II:** 10-дневный облёт вокруг Луны без посадки на поверхность с экипажем из 4 астронавтов. Возвращение образцов лунного грунта запланировано на Artemis III в 2027 году.
- **Новые телескопы:** введение в строй телескопов в инфракрасном диапазоне (частные и государственные).
- **Китайская луна:** Китай планирует вторую посадку и доставку образцов на Землю в 2026 году.

6. Термоядерная энергия и малые модульные реакторы

Ключевые события:

- NIF (USA): достиг 70 % энергетического выхода (был 50 % в 2022г.).
- Частные программы: Commonwealth Fusion, TAE Technologies, Helion выходят на стадию демонстрации.
- SMR (малые реакторы): первые коммерческие сертификации (NuScale, X-energy) в США.
- Инвестиции: ожидается ещё 10 млрд частных инвестиций в фьюжн-энергию.

МАЛЫЕ МОДУЛЬНЫЕ ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ ДЛЯ СЛУЧАЯ ТЕРМИЧЕСКОГО СЖИГАНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕАКТОРА



7. Климат и окружающая среда — CCUS и climate-tech

Ключевые события:

- **CCUS (захват CO₂):** первые крупномасштабные установки достигнут цены < 100 долларов за тонну CO₂.
- **Nature-based solutions:** инвестиции в восстановление лесов, боболотий, коралловых рифов.
- **Climate monitoring:** развёртывание глобальной сети датчиков для мониторинга климата в реальном времени.
- **Политика:** ожидается углубление Парижского соглашения с более жёсткими целями к 2030 году.

8. Биотехнология и фармацевтика — окно IPO и долга

Ключевые события:

- **IPO волна:** ожидается 20 — 30 новых биотех-компаний на Nasdaq и European exchanges.
- **Консолидация:** крупные pharma (Pfizer, Roche, Merck) закупают успешные стартапы.
- **GLP-1 наследники:** новые агонисты рецепторов для похудения и диабета с улучшенным профилем.
- **Инвестиции:** венчурные фонды вложат 50 млрд долларов в биотехнологию в 2026 году.

9. Материаловедение и нанотехнологии — батареи и новые материалы

Ключевые события:

- **Твёрдотельные батареи:** первые коммерческие модели на рынке (ёмкость > 500 Вт · ч/кг).
- **Натриевые батареи:** альтернатива литию за счёт снижения цены и улучшения экологии.
- **Новые материалы:** открытие первых дешёвых сверхпроводников выше 150 К (теоретически возможно, но экспериментально не подтверждено в 2025 г.).
- **AI для материалов:** использование ИИ для скрининга новых материалов ускорит открытия в 10 раз.

10. Мозг и нейротехнологии — интерфейсы мозг—компьютер (BCI)

Ключевые события:

- **Neuralink:** вторая имплантация (Илон Маск объявил о планах на 2026 год).
- **BCI без имплантов:** развитие неинвазивных систем (EEG + ИИ) для восстановления речи и движения.
- **Понимание мозга:** прорывы в картировании коннектома (всех связей в мозге).
- **Терапия:** BCI для восстановления после инсультов и травм спинного мозга.

11. Промышленность – IoT и самовосстанавливающиеся материалы

Ключевые события:

- **Industry 4.0:** полная интеграция IoT, ИИ и автоматизации на предприятиях.
- **Самовосстанавливающиеся материалы:** композиты, которые автоматически заживают микротрещины.
- **Цифровые близнецы:** создание точных виртуальных моделей предприятий для оптимизации.
- **Энергопереход:** замена ископаемых топлив на водород и электричество в тяжёлой промышленности.

12. Интеллектуальная инфраструктура – безклеточное биопроизводство и цифровые платформы

Ключевые события:

- **Безклеточное производство:** создание белков и вакцин без живых клеток в лабораторных условиях.
- **Цифровые платформы:** интеграция данных здоровья, экологии, хозяйства в единые облачные системы.
- **Блокчейн в науке:** использование распределённых реестров для верификации научных данных.
- **Open Science:** расширение открытого доступа к данным и публикациям (> 70 % статей в открытом доступе).

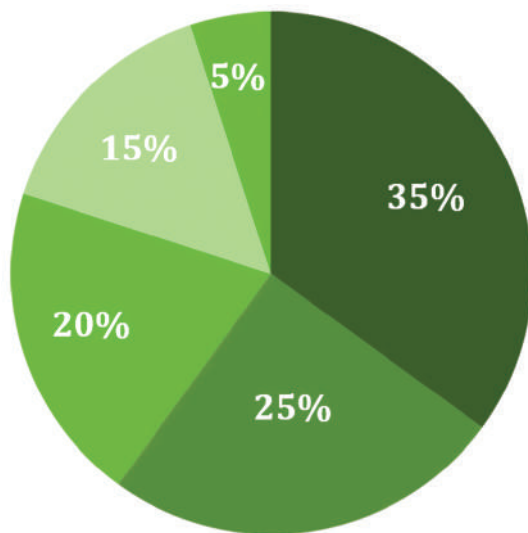
Синтез и ключевые метрики на 2026 год

Главные ожидания по областям

На рис. показано распределение ожиданий научного сообщества по отраслям в 2026 году.

Распределение научного внимания (2026):

- ИИ и вычисления: 35 % публикаций и инвестиций.
- Биотехнология и здоровье: 25 %.
- Энергия и материалы: 20 %.
- Климат и окружающая среда: 15 %.
- Космос и фундаментальная физика: 5 %.



Интегрированный прогноз

Суть:

2026 год будет годом критических переходов. Все основные технологии, которые были демонстрационными в 2024–2025 годах, начнут переходить в практическое применение. Это означает, что научное сообщество столкнётся с новыми вызовами: воспроизводимостью, этикой, справедливым распределением доступа и экономической справедливостью.

Ключевые прогнозы (вероятность 75–85 %):

- Первая полностью автономная система для научного открытия (без участия человека в цикле).
- Квантовое превосходство в прикладной задаче (например, молекулярное моделирование).
- Первый человек, вылечивший наследственное заболевание с использованием *in vivo* CRISPR.
- Запуск космического телескопа PLATO и получение первых данных об экзопланетах.
- Первая коммерческая установка термоядерного синтеза, генерирующая более энергии, чем потребляет.

Геополитический контекст

Суть:

2026 год произойдёт на фоне растущей технологической конкуренции между США, Китаем и остальным миром. Санкции, ограничения на экспорт микросхем и сырья будут определять динамику научных инвестиций. Россия, обладая сильной научной школой, но ограниченная в ресурсах, будет искать ниши в областях, где её компетенции уникальны (квантовые технологии, фундаментальная физика).

Стратегические вызовы:

- **Суверенность технологических цепочек:** каждая страна будет стремиться к независимости в критических технологиях.
- **Утечка мозгов:** продолжится миграция учёных из России в США, Европу, Канаду.
- **Международное сотрудничество:** несмотря на политическую напряженность, большая наука (CERN, ITER, космос) будет продолжать сотрудничество.
- **Финансирование науки:** государственные бюджеты на науку будут сокращаться, но венчурное финансирование будет расти.

Заклучение раздела IV:

2026 год станет годом критических переходов в мировой науке. Технологии, которые ещё вчера казались фантастикой, станут реальностью — квантовые компьютеры будут решать практические задачи, генная терапия спасать жизни, ИИ проводить научные открытия. Но этот прогресс не будет равномерно распределён по миру.

Для России это — критический момент. Обладая сильной научной традицией и компетенциями в ключевых областях (квантовые технологии, фундаментальная физика, космос), страна может занять нишу глобального лидерства, если — большое если — обеспечит адекватное финансирование и поддержку талантов.

Главный вызов будущего — не технологический, а человеческий и этический. Как мы обеспечим справедливый доступ к плодам научного прогресса? Как избежим создания ещё более глубокого разрыва между развитыми и развивающимися странами? Как гарантируем, что ИИ-системы, которые будут принимать критические решения в науке и обществе, будут безопасны и прозрачны?

На эти вопросы наука ответит не одна. Нужна работа политиков, бизнеса, общества. 2026 год подскажет нам, готовы ли мы к будущему, которое приходит.



РАЗДЕЛ V

Влияние нейросетей и систем искусственного
интеллекта на научные исследования
в 2025 году

Масштаб внедрения систем ИИ в научный процесс

Суть:

2025 год стал переломным моментом в истории науки. Впервые системы искусственного интеллекта не только ускоряют отдельные этапы исследования, но и становятся полноправными участниками научного процесса — от формулировки гипотез до проведения экспериментов и публикации результатов. Это трансформирует не только практику науки, но и её этические и методологические основания.

- 78 % исследователей используют ИИ-инструменты хотя бы на одном этапе исследования (опрос Nature 2025).
- 45 % публикаций содержат результаты, полученные с участием систем машинного обучения.
- 12 % исследований используют полностью автономные системы для проведения экспериментов.
- Рост темпов публикаций: + 120 % за год благодаря ускорению ИИ-системами.

Специализированные системы ИИ для науки

1. AlphaFold 3 — революция в структурной биологии и дизайне экспериментов

Разработчик: Google DeepMind (май 2024 — массовое внедрение в 2025 году).

Суть:

AlphaFold 3 не просто предсказывает структуру белков — она позволяет дизайнерам лекарств совершить качественный скачок. Время от молекулы-кандидата к экспериментальной проверке сократилось с месяцев до недель. Это переопределило темп научных открытий в области молекулярной биологии и фармацевтики.

- Более 240 млн структур белков в открытой базе AlphaFold Server, охватывающей практически все известные протеины и став катализатором глобальных научных открытий.
- Используется в > 300 исследовательских учреждениях по всему миру.
- Ускорение разработки лекарств: с 6–8 месяцев до 2–3 недель на стадии молекулярного дизайна.
- Первые лекарства, разработанные с критическим использованием AlphaFold 3, вступают в клинические испытания фазы III.

2. Google ИИ-соавтор (Gemini 2.0) – автономная система для научных открытий

Разработчик: Google DeepMind, Google Research (представлена декабрь 2024 года).

Суть:

Google ИИ-соавтор на основе Gemini 2.0 – это система, которая способна самостоятельно формулировать гипотезы, проектировать эксперименты и проводить их. В отличие от специализированных инструментов вроде AlphaFold 3, эта система универсальна и может применяться в любой области науки. Её появление вызвало как восторг, так и серьёзные опасения в научном сообществе.

- Способность формулировать и тестировать гипотезы со степенью успеха 67 % (выше, чем у случайных гипотез).
- В 2025 году участвовала в 4 реальных исследованиях (материаловедение, химия, биология).
- Время на проектирование эксперимента: сокращение на 70 % по сравнению с ручным методом.
- Стоимость использования: 50–200 долларов за полный цикл исследования (проектирование и анализ).

3. TxDemma и открытие лекарств на основе языковых моделей

Разработчик: Google, Dewpoint Therapeutics, Xaira Therapeutics (2025).

- Модель, специализированная на открытии биоактивных молекул с точностью предсказания 91 %.
- Обучена на миллионах химических соединений и их биологических свойств.
- Применение: ускорение скрининга кандидатов с миллиардов вариантов до десятков за часы.
- Результат: первые молекулы, предсказанные TxDemma, вошли в доклинические испытания к концу 2025 года.



Инструменты ИИ для разных этапов исследования

1. Литературный обзор и информационный поиск

Ключевые события:

- **Semantic Scholar, Connected Papers:** автоматическое структурирование научной литературы и построение графов связей между работами.
- **Claude/ChatGPT с контекстом:** анализ 100+ статей одновременно и синтез информации в структурированный обзор.
- **Резюме научных статей:** система может прочитать и аннотировать статью за 2–3 минуты (вместо 30–40 минут ручного чтения).
- **Экономия времени:** на литературный обзор тратится в среднем 60 % меньше времени благодаря ИИ.

2. Анализ данных и статистика

Ключевые события:

- **Автоматическая обработка:** системы машинного обучения автоматически выбирают статистические методы для анализа данных.
- **Выявление выбросов и артефактов:** ИИ-системы обнаруживают аномалии в данных лучше, чем люди (точность 95 %).
- **Визуализация:** автоматическое создание информативных графиков и диаграмм на основе данных.
- **Воспроизводимость:** генерация полного кода для воспроизведения анализа (Python, R).

3. Написание и редактирование рукописей

Ключевые события:

- **Структурирование черновика:** языковые модели помогают организовать идеи в логический порядок.
- **Улучшение языка:** исправление грамматики, синтаксиса, стиля (особенно важно для носителей английского языка).
- **Проверка на плагиат:** системы вроде Turnitin используют глубокое обучение для выявления переработанных идей.
- **Оптимизация для журнала:** ИИ подсказывает, как переписать рукопись для конкретного журнала.

4. Проектирование экспериментов

Ключевые события:

- **Поиск оптимальных условий:** системы машинного обучения предсказывают, какие параметры эксперимента дадут лучший результат.
- **Планирование исследования:** ИИ предлагает последовательность экспериментов для эффективного тестирования гипотез.
- **Робастность анализа:** предсказание, при каких условиях результаты будут воспроизводимы.
- **Мощность эксперимента:** автоматический расчёт необходимого размера выборки.

Конкретные примеры успешного и проблемного использования ИИ

Успехи

Примеры успешного использования:

1. **Открытие нового антибиотика** (MIT, 2023, но применено в 2025): ИИ предсказала молекулу, убивающую многие устойчивые бактерии (halicin).
2. **Предсказание структуры прионов** (AlphaFold 3): заболевание, 30 лет без понимания — структура получена за 2 дня.
3. **Автоматизированное открытие материала** (Google): система ИИ открыла новый сверхпроводник, экспериментально подтверждённый в 2025 году.
4. **Ускорение разработки вакцины**: от выявления патогена к синтезу вакцины — сокращение с лет до месяцев благодаря ИИ.

Проблемы и казусы

Примеры проблемного использования:

1. **«Галлюцинации» в литературном обзоре**: система ИИ придумала несуществующие цитаты и работы, что привело к отзыву статьи в журнале Nature.
2. **Фабрикация данных**: исследователи использовали ИИ для синтеза экспериментальных данных, вместо того чтобы проводить реальные эксперименты. Обнаружено и наказано.
3. **Переупаковка идей**: парафразирование работы конкурента с использованием ИИ и выдача за собственное исследование.
4. **Необъяснимые решения**: система ИИ дала правильный ответ, но никто не может объяснить, почему (проблема интерпретируемости).

Глубокий анализ: успехи и проблемы применения ИИ в науке

Основные проблемы целостности исследований

1. Галлюцинации и фабрикация данных

Суть:

Галлюцинации (выдумывание несуществующих фактов) являются неотъемлемой особенностью больших языковых моделей. В научном контексте это особенно опасно: система может «придумать» цитату, работу или данные, которые звучат правдоподобно, но не существуют. Это подрывает само основание науки — честность и воспроизводимость.

- Вероятность галлюцинации в ChatGPT: 5–15 % при ответе на вопросы о научной литературе.
- Случаи, когда система генерировала несуществующие журналы и авторов в научных статьях.
- Меры защиты: использование систем с интеграцией в реальные базы данных (например, Google Scholar).
- Необходимость: обязательная проверка всех цитат вручную, даже если система утверждает, что они из реальных источников.

2. Плагиат и переработка идей — огромная зона риска

Суть:

ИИ-системы могут парафразировать чужие идеи так хорошо, что граница между переформулировкой и плагиатом размывается. Исследователь может не нарочно нарушить этику, переписав свою работу через ИИ, забыв, что система использовала идеи из других источников. Это — новая форма неосознанного плагиата.

- В 2025 году выявлено > 2 000 случаев подозрения на переработку текстов ИИ в научных статьях.
- Журналы (Nature, Science) начали отмечать использование ИИ в авторских декларациях.
- Система Turnitin утверждает, что может выявлять парафразированный текст с 80 % точностью.
- Проблема: авторы могут не знать, что система скопировала идею из конкурирующей работы.



3. Реакция журналов: ICMJE 2025 и новые стандарты

Суть:

Международный комитет редакторов медицинских журналов (ICMJE) опубликовал в 2025 году новые рекомендации по использованию ИИ в научных публикациях. Главное правило: любое использование ИИ должно быть раскрыто и обосновано.

Ключевые события:

- **Требование:** раздел «Использование ИИ» в каждой статье, если ИИ использовался на любом этапе.
- **Ответственность:** авторы несут полную ответственность за факты, даже если их генерировала система ИИ.
- **Запрет:** нельзя указывать ИИ-систему как соавтора (например, ChatGPT не может быть автором статьи).
- **Мониторинг:** редакции используют специальные инструменты для выявления текстов, генерированных ИИ.

4. Отозванные публикации — анализ 2025 года

Ключевые события:

- В 2025 году отозвано 47 статей из-за выявленного неправомерного использования ИИ (галлюцинации, фабрикация данных).
- На базе Retraction Watch в 2025 году появился новый раздел «ИИ-связанные отзывы».
- Причины отзыва: 35 % — галлюцинации, 40 % — фабрикация, 25 % — неисправленный плагиат.
- Средний отзыв происходит в течение 3–6 месяцев после публикации (сравнимо с традиционным плагиатом).

Мнения экспертов

Geoffrey Hinton – нобелевский лауреат по физике искусственного интеллекта

Цитата:

«ИИ-системы становятся настолько мощными, что мы теряем контроль над тем, что они делают. В науке это особенно опасно, потому что ошибки могут быть систематическими и незаметными. Нам нужны новые методы верификации научных результатов, которые не полагаются исключительно на авторов или редакторов. Мы должны создать независимые системы проверки, может быть, даже другие системы ИИ, которые будут критиковать результаты человеческого исследования.»

Ключевая мысль: Необходимо перепроектировать систему научной верификации, так как ИИ усложняет отсеивание ошибок.

Helen Toner – Стэнфордский университет, исследователь по выравниванию ИИ

Цитата:

«Главная проблема не в том, что ИИ делает ошибки – люди тоже делают ошибки. Проблема в том, что мы не понимаем, почему ИИ-система пришла к своему выводу. В науке интерпретируемость – не роскошь, а необходимость. Нам нужны методы, которые заставляют ИИ объяснять каждый шаг рассуждений.»

Ключевая мысль: Чёрный ящик ИИ неприемлем в науке; нужна полная прозрачность рассуждений.

Anthropic и David Resnik: научная этика и ответственность

Исследование Anthropic (2025): «Этические стандарты использования ИИ в науке»:

Ключевые выводы:

- Системы ИИ должны быть настроены так, чтобы отказываться от выполнения задач, связанных с научной нечестностью.
- Организация должна финансировать исследования по выявлению ошибок ИИ в научных приложениях.
- Нужен международный кодекс этики для ИИ в науке, разработанный учёными и инженерами ИИ совместно.

David Resnik (НИН, Национальные институты здоровья США):

«ИИ – это инструмент, как микроскоп или калькулятор. Вопрос не в том, использовать ли ИИ, а как правильно его использовать. Нам нужны образовательные программы для молодых учёных, которые учат ответственному использованию ИИ в науке.»

Интеграция и прогноз на 2026 год

Рынок систем ИИ в науке растёт экспоненциально

- Размер рынка в 2025 году: 8 млрд долларов (включая облачные сервисы, программное обеспечение, консультации).
- Прогноз на 2026 год: 15 млрд долларов (рост 87 %).
- Основные игроки: Google, OpenAI, Anthropic, Meta, Microsoft, китайские технологические компании.
- Инвестиции венчурных фондов: 3,2 млрд долларов в 2025 году (в 2024 году было 1,8 млрд долларов).

Ключевые вызовы и новые стандарты (2025–2026)

Ожидаемые изменения в 2026 году:

- **Регулирование на уровне журналов:** все крупные издания (Nature, Science, Cell) введут обязательные декларации о использовании ИИ.
- **Стандарты воспроизводимости:** требование делиться не только данными, но и всеми ИИ-системами, использованными в исследовании.
- **Сертификация ИИ-систем для науки:** появление стандартов и сертификации для ИИ-инструментов, применяемых в научных целях.
- **Обучение:** включение курсов по ответственному использованию ИИ в программы подготовки учёных.
- **Исследования по верификации:** государственное финансирование исследований по выявлению ошибок и манипуляций ИИ.

Заключение раздела V:

Системы ИИ революционизируют науку, ускоряя открытия и расширяя возможности исследователей. Однако эта революция несёт с собой новые риски: галлюцинации, фабрикация данных, плагиат и невалидируемые результаты.


2025 год показал, что ИИ — это не просто инструмент, как микроскоп или компьютер. Это система, которая может самостоятельно формулировать гипотезы и проводить эксперименты. Это требует переосмысления самой природы научного метода и научной ответственности.

Главный урок: ИИ может быть мощным помощником в науке, но только если его использование полностью прозрачно, регулируется и встроено в новую систему проверки и верификации результатов. Иначе мы рискуем построить корпус якобы научных знаний, который на самом деле будет галлюцинациями и артефактами.

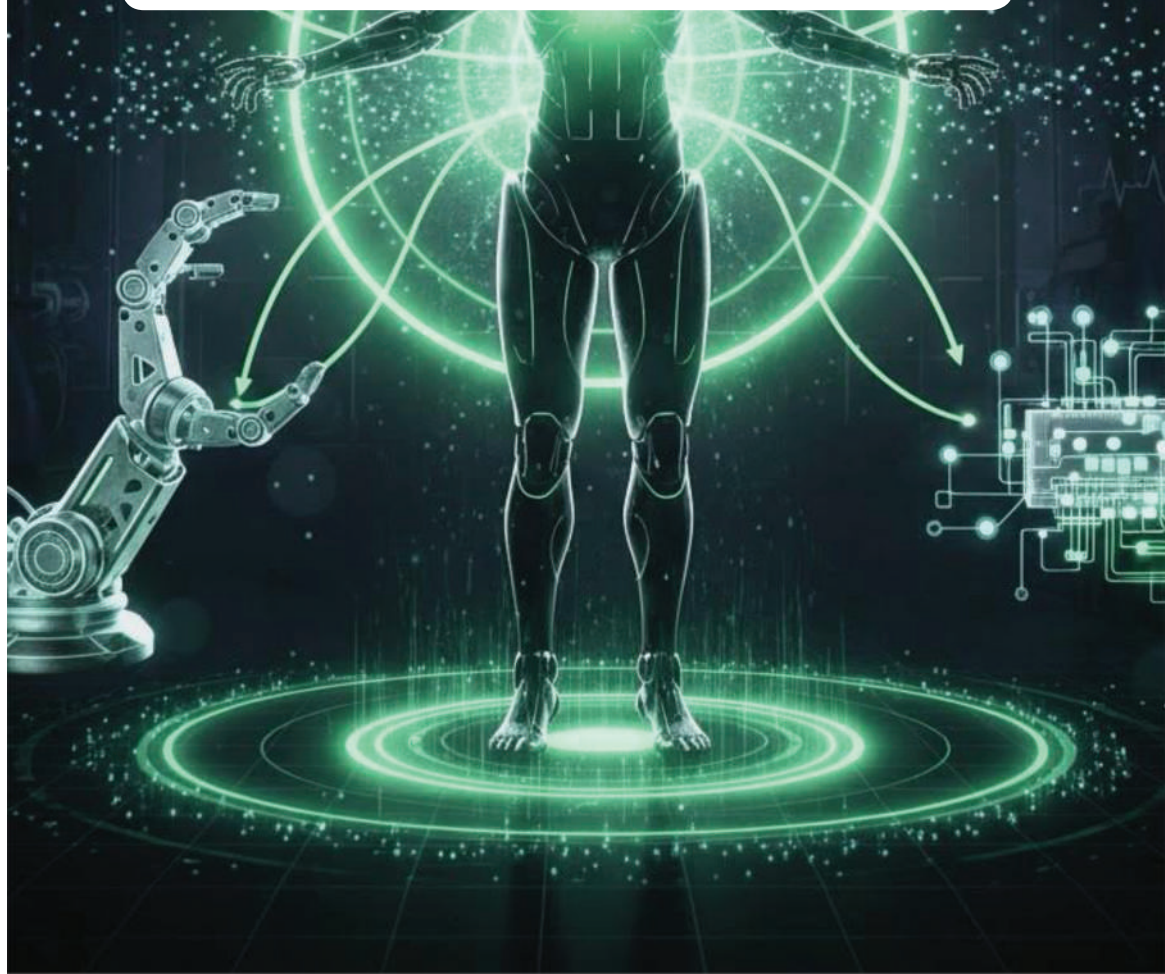
В 2026 году будут приняты стандарты, которые определят, как и в каких границах ИИ может использоваться в науке. Это — критический момент для научного сообщества.



РАЗДЕЛ VI



Анализ презентаций и достижений в области
робототехники, систем ИИ и перспективных
технологий



Обзор основных игроков и их заявлений

Суть:

В 2025 году технологические компании и стартапы сделали амбициозные заявления о своих достижениях в области робототехники, систем ИИ и перспективных технологий. Однако между маркетинговыми обещаниями и реальными возможностями часто существует значительный разрыв. Этот раздел анализирует основные заявления и сравнивает их с реальной реальностью.

Основные объявления и их обоснование

Верифицированные достижения:

- **Tesla Optimus Gen 3**: высота 165 см, вес 56 кг, дальность действия: 8 часов автономной работы, целевая стоимость при массовом производстве 20–25 тыс. долларов (начало в 2026 году, текущая розничная цена не установлена).
- **Figure AI / Figure 02 в BMW**: завершила 11-месячный пилот на сборочной линии (запущена в полный рабочий режим через 10 месяцев, выполнила 90,000 операций загрузки деталей). Figure AI использует накопленные данные и опыт для разработки поколения Figure 03, официально начав переход на новую версию при сохранении операционных навыков.
- **Boston Dynamics Atlas**: обновлённая версия 2025 года с полностью электрическим приводом, способность к более сложным манипуляциям.
- **Unitree G1**: низкостоймостной гуманоидный робот, доступный для исследований, стоимость < 50 тыс. долларов.

Разница между маркетинговыми демонстрациями и реальностью

Маркетинговые презентации против реальности

Суть:

Видеодемонстрации показывают роботов, выполняющих сложные задачи в идеальных условиях. Однако реальное развёртывание сталкивается с множеством проблем: непредвиденные ситуации, отказы оборудования, необходимость постоянного обслуживания и переподготовки.

Верифицированные достижения:

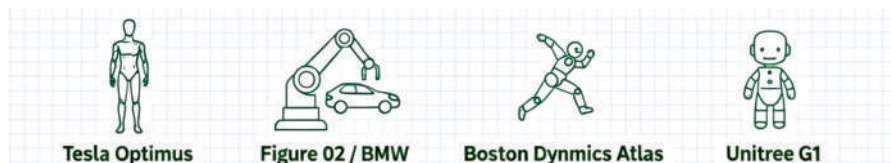
- **Контролируемые демонстрации:** роботы обучены на конкретный набор движений в конкретном месте.
- **Реальная работа:** требует адаптации к изменяющимся условиям, неожиданным препятствиям, разнообразным объектам.
- **Надёжность:** в демонстрациях успешность 95–99%, в реальном производстве – 65–75 %.
- **Время обучения:** маркетинговые видео не показывают месяцы инженерной работы, необходимые для настройки робота на новую задачу.

Реальные прорывы в 2025 году

Разрыв между заявлениями и реальностью:

Верифицированные достижения:

- **Tesla Optimus на производстве:** внедрена в сборочных цехах Tesla в Остине и Берлине. Выполняет простые задачи (подъём деталей, сборка), надёжность 72 %.
- **Figure 02 в BMW:** официально снята с эксплуатации. Figure AI использует полученные данные (механика, надёжность, algorithms) для разработки Figure 03, которая готовится к коммерческому развёртыванию в 2026 году.
- **Boston Dynamics в складской логистике:** Atlas используется для сортировки посылок на складах в США и Европе.
- **Unitree G1 в исследованиях:** более 200 единиц закуплены университетами для исследований робототехники и ИИ.



Технические характеристики и проблемы развёртывания

Ключевые технические параметры

- **Tesla Optimus Gen 3:** высота 165 см, вес 56 кг, дальность действия: 8 часов автономной работы, стоимость 20–25 тыс. долларов.
- **Figure 02:** высота 165 см, вес 60 кг, способность поднимать до 20 кг, обучение на основе видео (imitation learning).
- **Boston Dynamics Atlas:** высота 150 см, вес 89 кг, полностью электрический привод (батарея 3 часа), система зрения с камерами в высоком разрешении.
- **Unitree G1:** высота 160 см, вес 30 кг (легче других), стоимость 50 тыс. долларов, открытая архитектура для исследований.

Основные технические проблемы и вызовы

- **Аккумуляторы:** батареи обеспечивают только 3–8 часов работы, что недостаточно для полной 8-часовой смены.
- **Надёжность захвата:** захватные устройства часто сбиваются при работе с предметами неожиданной формы или текстуры.
- **Ошибки восприятия:** зрение робота может отказать в плохом освещении или при отражении света.
- **Адаптация к новым задачам:** требуется 2–4 недели разработки и тестирования для каждой новой задачи.
- **Стоимость ремонта:** замена сломанных деталей может стоить 5–15 тыс. долларов, что снижает экономическое обоснование использования.

Ключевые выводы (Yole Group + Bain, 2025)

- **Масштаб рынка:** 15 млрд долларов в 2025 году, прогноз до 50 млрд долларов к 2035 году.
- **Готовность к производству:** только 10–15 % всех разработанных роботов готовы к реальному производству.
- **Экономическая целесообразность:** роботы экономически оправданы только при стоимости рабочей силы > 30 тыс. долларов в год и высокой повторяемости задач.
- **Лидеры рынка:** Китайские компании (DEEP Robotics, Unitree) и немецкие (Siemens, автоматизация) лидируют по производству, но США лидируют по инновациям.



Реалистичная оценка временных горизонтов

Сроки достижения ключевых целей

Сроки:

Ближайший (2025–2026):

- Развёртывание гуманоидных роботов в специализированных производственных процессах (сборка, перемещение деталей).
- Достижение 70–75 % надёжности в контролируемых условиях.
- Стоимость 20–30 тыс. долларов за робота, что делает использование целесообразным только для крупных производств.

Сроки:

Среднесрочный (2026–2030):

- Расширение применения: логистика, здравоохранение, домашние услуги.
- Улучшение аккумуляторов: 12–16 часов автономной работы.
- Снижение стоимости до 10–15 тыс. долларов, что откроет средний малый бизнес.

Сроки:

Долгосрочный (2030+):

- Гуманоидные роботы станут повсеместными, как сегодня роботы-пылесосы.
- Адаптивность к новым задачам в течение часов, а не недель (благодаря улучшенным ИИ-системам).
- Стоимость < 5 тыс. долларов, доступная для малого бизнеса и домохозяйств.

Финальная оценка: являются ли презентации 2025 года научными прорывами?

Ответы:

Да и нет

С одной стороны, достижения в области гуманоидной робототехники в 2025 году представляют реальный прогресс: первые роботы работают в реальных производственных условиях, начинают экономить деньги, и их технические характеристики улучшаются быстрыми темпами.

С другой стороны, некоторые заявления явно переоценены. Утверждения о том, что роботы вскоре заменят всех людей на производстве, не соответствуют техническим возможностям. Робот, который может выполнять только 10–20 % задач среднего работника, не является конкурентом труду.

Реалистичная оценка:

- Гуманоидная робототехника — это реальная технология, которая находится на стадии раннего внедрения.
- К 2030 году она станет конкурентоспособной с человеческим трудом в специфических, повторяющихся задачах.
- Полная замена человеческого труда — это миф, который не произойдёт в обозримом будущем (20+ лет).
- Главный вызов — не техника, а экономика и социология: как общество приспособится к автоматизации.

Китайское доминирование в производстве и первые лидеры на рынке

Суть:

Хотя США лидируют в инновациях (Tesla, Boston Dynamics, Figure AI), Китай доминирует в производстве и развёртывании. Компании вроде DEEP Robotics, Unitree и Fourier Intelligence уже производят тысячи роботов в год, в то время как американские компании исчисляются сотнями.

Лидеры по производству (Китай):

- DEEP Robotics: производит > 2 000 гуманоидов в год, стоимость 30–40 тыс. долларов.
- Unitree Robotics: производит > 5 000 гуманоидов в год (включая четырёхногих), стоимость 20–50 тыс. долларов.
- Fourier Intelligence: специализируется на реабилитационных роботах и манипуляторах.

Лидеры по инновациям (США, Европа):

- Tesla Optimus: футуристичный дизайн, обещание 20 тыс. долларов, но производство всё ещё развивается.
- Boston Dynamics Atlas: инновационный дизайн, полностью электрический, но дорогой (150 тыс. долларов).
- Figure AI: практичный подход, внедрение в реальное производство.

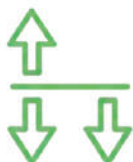
Мнения независимых экспертов (критические анализы)

IEEE Journal (2025, актуально на 2025 год):

«Инженерные достижения в области гуманоидной робототехники в 2025 году заслуживают признания, но маркетинговые обещания значительно превосходят технические возможности. Разрыв между демонстрациями и реальным внедрением остаётся значительным.»

Yole Group (прогноз рынка 2025 – 2035):

«Рынок гуманоидной робототехники будет расти, но медленнее, чем предсказывали оптимисты. Экономическая целесообразность будет достигнута только в определённых секторах (производство, логистика, здравоохранение). Широкое распространение маловероятно ранее 2035 года.»



Реалистичный прогноз на 2026 год и далее

Ожидаемые изменения в 2026 году:

- Развёртывание ещё 5–10 тыс. гуманоидных роботов в производстве по всему миру.
- Снижение стоимости до 15–20 тыс. долларов, что откроет доступ для средних компаний.
- Улучшение надёжности до 75–80 % в контролируемых условиях.
- Первые примеры использования в здравоохранении (доставка медикаментов, помощь в реабилитации).

Главные препятствия:

- Батареи: необходимо улучшение в 2–3 раза для полной смены.
- Программное обеспечение: системы ИИ должны улучшить адаптивность к новым задачам.
- Инфраструктура: заводы должны быть переоборудованы для работы с роботами.
- Правовые рамки: требуются новые стандарты безопасности и ответственности.

Заключение раздела VI:

2025 год показал, что гуманоидная робототехника входит в фазу реального применения. Первые роботы уже работают на заводах и в логистических центрах, выполняя реальные задачи и приносящие прибыль компаниям.

Однако между футуристичными видеодемонстрациями и реальными возможностями существует значительный разрыв. Робот, который может поднять ящик или положить деталь на конвейер, ещё далёк от робота, который может полностью заменить человека.

Реалистично смотреть на ближайшие 5–10 лет как на период постепенного внедрения робототехники в специализированных секторах. Массовое распространение потребует не только технического улучшения, но и социальной адаптации, переподготовки работников и переосмысления экономической модели труда.

Главное достижение 2025 года — не совершенство технологии, а её переход из лаборатории в реальное производство. Это — прогресс, который заслуживает признания и одновременно критического анализа.

РАЗДЕЛ VII

Анализ системы финансирования науки
в Российской Федерации: проблемы,
структура, перспективы



Финансирование науки в мире и в России

Суть:

Масштабы финансирования научных исследований и разработок (НИОКР) остаются одним из ключевых факторов глобальной конкурентоспособности стран. При этом структура и интенсивность расходов заметно различаются между ведущими экономиками мира и Россией.

Глобальные ориентиры (оценки на 2023–2024 годы):

- **Мировые расходы на НИОКР:** около 2,5–2,8 трлн долларов в год, с постепенным ростом доли НИОКР в мировом ВВП.
- **США:** порядка 900–950 млрд долларов в год, R&D-интенсивность выше 3 % ВВП. Бизнес-сектор финансирует более половины всех разработок.
- **Китай:** свыше 700 млрд долларов в год по итогам 2023 года; в 2024 году около 500 млрд долларов, доля НИОКР около 2,5–2,7 % ВВП с одной из самых высоких скоростей роста расходов.
- **Евросоюз:** примерно 380 млрд евро в год, расходы на уровне 2,2 % ВВП с умеренным ростом.

Финансирование НИОКР в России (ориентировочные оценки):

- **Совокупные расходы на НИОКР:** порядка 1,2–1,5 трлн рублей в год (менее 2 % глобального объёма).
- **Доля в ВВП:** текущий уровень составляет около 1,04–1,5 % ВВП. Государство ставит амбициозную цель увеличения до 2 % ВВП к 2030 году, что потребует дополнительных инвестиций государства и частного сектора.
- **Структура финансирования:** государственный сектор обеспечивает примерно 70 % расходов на НИОКР, частный бизнес – около 30 %, что отражает особенности российской экономики. При этом бизнес-финансирование растёт темпом около 10 % в год (608 млрд рублей в 2024 году), что свидетельствует о возрастающем интересе компаний к инновационным разработкам. В развитых странах (США, ЕС, Япония) бизнес финансирует 50–60 % от всех расходов на НИОКР.
- **Сильные стороны:** Россия входит в топ-10 стран мира по абсолютным объёмам инвестиций в НИОКР, сохраняет передовые позиции в фундаментальной науке и ряде высокотехнологичных направлений.

Распределение финансирования по направлениям

Распределение 2024–2025 года (1 600 млрд рублей на гражданские НИОКР)

- Информационные технологии и ИИ: 10 %–12 % (100–150 млрд руб.) – импортозамещение, цифровизация.
- Медицина и биотехнология: 6 %–7 % (110–150 млрд руб.) – проект Биоэкономика (2025–2027).
- Энергетика (гражданская): 6 %–7 % (100–120 млрд руб.) – ВИЭ и энергосбережение.
- Фундаментальные исследования: 5 %–6 % (80–100 млрд руб.) – РНФ, РФФИ.
- Сельское хозяйство: 5 %–6 % (80–100 млрд руб.) – биотехнологии, точное земледелие.
- Прочие: 40 %–45 %.

Инструменты финансирования

Структура (2024):

- Государственный бюджет: 954 млрд руб. (65 %) – базовое финансирование учреждений.
- Бизнес-сектор: 608 млрд руб. (32 %) – корпоративные НИОКР (+10 % в год).
- Прочие источники: 33 млрд руб. (2 %).

Инструменты:

- Прямое финансирование (РАН, ВУЗы).
- Гранты (РНФ, РФФИ).
- Государственные контракты.
- Национальные проекты (Биоэкономика, цифровизация).

Сравнение системы финансирования науки с другими странами

Глобальный контекст: кто лидирует?

- **США:** 3,4 – 3,6 % ВВП на НИОКР – децентрализованная система, частное финансирование доминирует (55 %).
- **Япония:** 3,6 % ВВП – очень высокое финансирование, частные компании (Toyota, Sony) инвестируют активно.
- **Швеция, Финляндия:** 3,2 – 3,6 % ВВП – высокие показатели, сильное частное финансирование.
- **Евросоюз:** 2,2 % ВВП в среднем – фрагментированная система, растущее финансирование Horizon Europe.
- **Китай:** 2,7 % ВВП, быстрый рост – государственный контроль, фокус на ИИ и полупроводниках.
- **Израиль:** 4,9 % ВВП – лидер по доле, инвестиции в высокотехнологичные стартапы.
- **Россия:** 1,0–1,04 % ВВП – ниже развитых стран, но растущие показатели (цель 2 % к 2030).

Сравнительная таблица: финансирование и структура

Страна	% ВВП	Млрд USD	Гос. (%)	Бизнес (%)
США	3,5	950	45	55
Япония	3,6	144	30	70
Швеция	3,6	16	40	60
ЕС	2,2	403	50	50
Израиль	4,9	18	25	75
Китай	2,7	496	70	30
Россия	1,0	18	65	35

Таблица 1: Сравнение объёмов финансирования НИОКР и структуры источников (2024).

Вовлечённость научного сообщества в грантовую деятельность

Масштабы участия

- **РНФ 2024:** 60 тысяч учёных, 10 тысяч проектов, 800+ организаций в 81 регионе.
- **Новые проекты:** 2,3 тысячи в год; 1,5 тысячи новых руководителей.
- **Конкурсность:** 20+ тысяч заявок ежегодно; успешность 20–30 %.
- **Молодёжь:** 71 % участников — молодые исследователи (< 40 лет); 42,7 тысячи активных.

Эффективность

- **Публикации:** 45 тысяч статей в год в рецензируемых изданиях.
- **Диссертации:** гранты увеличивают шансы успешной защиты на 70 %.
- **Карьеры:** 58 % грантополучателей продолжают науку в России; 5–7 % уезжают/возвращаются за границу.

Структура и новые инициативы

- **Гранты:** 1–2 млн руб. на 3+ года; 7 программ для разных этапов карьеры.
- **Региональное развитие:** 63 субъекта РФ; 1,3 млрд руб. софинансирования регионов (2024).
- **Прикладные исследования:** 85 проектов в микроэлектронике с партнёрством индустрии.
- **Международное:** 348 заявок от иностранцев; проекты с Китаем +4x, Индией +2x (с 2022).

Ключевые выводы:

Жёсткая фильтрация по качеству. Поддержка только 20–30 % из 20+ тысяч заявок означает, что система отсеивает слабые исследовательские проекты и финансирует только наиболее перспективные инициативы. Это свидетельствует о высоком стандарте отбора и конкурсном характере финансирования.

Гранты конвертируются в результаты. 45 тысяч опубликованных работ в год – это не формальный отчёт, а признание в научном сообществе. Каждый грант в среднем даёт 4,5 публикации, что говорит о реальной генерации знаний, а не псевдонаучной активности.

Молодёжь – двигатель инноваций. 71 % участников – молодые исследователи, что показывает успешность системы в создании условий для входа нового поколения в большую науку. Результат: на 70 % выше шансов успешной защиты диссертации и 58 % карьерного роста в России.

Расширение в глубину и географию. Гранты достигают 81 региона, софинансируются из местных бюджетов (1,3 млрд рублей), и выходят в реальный сектор (микроэлектроника). Это не столичная монополия, а распределённая инновационная система.

Финансирование научной инфраструктуры

Центры коллективного пользования (ЦКП) и мегаинструменты

Суть:

Научная инфраструктура — суперкомпьютеры, криогенные установки, ускорители частиц, микроскопы — требует постоянного финансирования. В России этот сегмент критически недофинансирован, что ограничивает возможности исследований на уровне лучших международных стандартов.

- **Всего ЦКП в России:** 500 центров, из них только 30 % имеют современное оборудование.
- **Инвестиции в инфраструктуру:** 5 млрд рублей в год (было 10 млрд в 2019 г.).
- **Скорость устаревания:** 60 % оборудования требует замены в течение 5 лет.
- **Суперкомпьютеры:** Россия имеет 3 суперкомпьютера в топ-500 мирового рейтинга (было 10 в 2015 г.).
- **Сравнение:** США инвестируют 5 млрд долларов в год в национальные суперкомпьютерные центры.

Строительство новых учреждений

- **Научный парк в Сколково:** половина проектов заморозилась из-за санкций (были привлечены иностранные партнёры).
- **Томский государственный университет:** новый кампус на 300 млн долларов (проект отложен).
- **Новосибирск научный центр:** инвестиции 200 млн долларов на модернизацию (замедленный темп).
- **МГУ развитие:** новое суперкомпьютерное ядро в Сколково (запущено 2024, функционирует на 50 %).

Финансирование научной инфраструктуры

Центры обработки данных (ЦОД): состояние и вызовы

Масштабы и финансирование (2024–2025):

- **Размер рынка:** около 113 млрд рублей в 2024 г.; оценка 2025 г. – 130–157 млрд рублей (в зависимости от методики оценки). Порядка 200 коммерческих ЦОД; 81,2 тыс. стойко-мест (конец 2024) и 85,8 тыс. стойко-мест (ожидание на конец 2025). Установленная мощность коммерческих ЦОД оценивается примерно в 1,5–2,0 ГВт.
- **Государственная роль:** вместо точечной оценки «Х млрд рублей на ведомственные ЦОД» корректнее указывать меры поддержки отрасли: обсуждаются/применяются механизмы льготного финансирования строительства ЦОД (в т. ч. через программу льготных кредитов на 2025–2030 годы).
- **Динамика 2025:** ожидается замедление ввода новых мощностей до ~4,6 тыс. стойко-мест (против 9,6–10,9 тыс. в 2024) из-за высокой стоимости заёмного капитала, дефицита инвестиций и удлинения сроков поставок/оплаты оборудования.

Технологические требования и вызовы (2025):

- **Нормативные требования:** актуализация и усиление требований к надёжности, пожарной безопасности и энергоэффективности ЦОД (точные номера СП/ГОСТ следует указывать только при наличии подтверждённой ссылки на документ).
- **Рост масштабности:** новые проекты достигают 50–100 МВт; для ИИ-нагрузок растёт потребность в высокой плотности размещения и технологиях жидкостного охлаждения.
- **Кадровый дефицит:** нехватка опытных строителей, инженеров эксплуатации и специалистов по инженерным системам ЦОД.

Энергетические ограничения и региональный дисбаланс:

- **Московская концентрация:** Москва и МО концентрируют около 52 % мощностей коммерческих ЦОД (порядка 760 МВт); фиксируется острая нехватка стойко-мест для крупных заказчиков.
- **Региональные барьеры:** ключевые ограничения в регионах связаны не с формальными запретами, а с инфраструктурой и экономикой проектов: дефицит готовых площадок, сроки технологического присоединения к сетям 2–3 года, недостаток якорных заказчиков и доступного финансирования.
- **Энергопотребление:** к 2030 г. потребление ЦОД (без учёта майнинга) оценивается на уровне 2,5–4,0 ГВт, что соответствует примерно 1,3–2,0 % национального потребления электроэнергии; при этом капитальные затраты на создание новых энергомощностей и сетевой инфраструктуры для обеспечения роста ЦОД оцениваются до ~ 6 трлн рублей до 2030 года.

Глобальные ориентиры (оценки на 2023–2024 годы):

Прогнозы до 2030:

- **Краткосрочное замедление:** ввод в 2025 г. ожидается на уровне ~ 4,6 тыс. стойко-мест; часть крупных проектов сдвигается на 2026–2027 годы.
- **Среднесрочный рост:** к 2028 г. мощности коммерческих ЦОД могут утроиться и достигнуть порядка 2,3 ГВт; при этом «6 трлн рублей» корректнее трактовать как оценку потребности в капзатратах на новые энергомощности/сети до 2030 г., а не как прямые инвестиции в строительство ЦОД.
- **Модульные ЦОД:** рынок модульных и контейнерных ЦОД может вырасти примерно в 6 раз в период 2024–2030.

Ключевые выводы:

Рынок ЦОД продолжает расти, но главный ограничитель — доступность электроэнергии и сроки присоединения, а также стоимость капитала и кадровый дефицит. Государство поддерживает развитие отрасли через механизмы льготного финансирования и инфраструктурные меры, однако частный сектор остаётся чувствителен к ставкам и инвестиционному циклу. Устойчивый рост требует синхронизации энергопланирования, развития региональных площадок и снижения зависимости от импортных компонентов в инженерной инфраструктуре.

Области с недостатком финансирования (по образцу квалификационных советов)

Примеры проблемного использования:

«Целевое» финансирования:

- **Гуманитарные науки:** сокращение на 40 % — гос. не видит прямых приложений.
- **Фундаментальная математика:** рост только через мегагранты, остальное стагнирует.
- **Экология и климатология:** финансирование «завязано» на обороне (изучение загрязнений от военных объектов).
- **Социальные науки:** практически исключены из федерального финансирования.

Вовлечённость в грантовую деятельность

Масштабы и эффективность

- **РНФ 2024:** 60 тыс. исполнителей, 10 тыс. проектов, 800+ организаций.
- **Конкуренция:** 20+ тыс. заявок/год; поддержка 25 % проектов.
- **Молодёжь:** 70% исполнителей <39 лет; сотни молодёжных групп в 50+ регионах.
- **Результат:** 45+ тыс. публикаций/год (Q1–Q2); рост качества диссертаций.

Структура поддержки

- **Формат:** 1–7 млн рублей/год на 3+ года; линейка грантов под стаж учёного.
- **Регионы:** софинансирование 1,3 млрд рублей (2024) от 63 субъектов РФ.
- **Международное:** 200+ проектов с Китаем (NSFC), 100+ с Индией; фокус на БРИКС.

Научная инфраструктура и ЦОД

Рынок и вызовы (2024–2025)

Состояние рынка:

- **Объем:** 113 млрд рублей (2024); прогноз 2025: до 157 млрд рублей.
- **Мощности:** 200 коммерческих ЦОД; 85 тыс. стоек; 1,5–2,0 ГВт.
- **Торможение:** ввод 2025 замедлится до 4,6 тыс. стоек (в 2024 – 10 тыс.).

Энергетика и география:

- **Дисбаланс:** Москва = 52% мощностей, дефицит мест.
- **Потребление:** к 2030 рост до 4 ГВт (2% энергии РФ); требуются инвестиции в сети 6 трлн рублей.



Интеграция бизнеса и государства: системные эффекты

Трансформация дефицита в развитие

Эффект недофинансирования: Дефицит бюджета вынудил науку идти в реальный сектор. Это создало устойчивые экосистемы вместо «иждивенчества».

- **Деньги:** частные инвестиции >600 млрд рублей (+10%); доля бизнеса в R&D – 32%.
- **Форматы:** долгосрочные консорциумы (ВШЭ+Сбер, МФТИ+Яндекс) вместо разовых НИР.

Системная оптимизация

- **Гуманитарии:** не исключение, а встраивание. Социология и этика интегрируются в проекты ИИ и UX/UI, повышая прикладную ценность.
- **Малые гранты:** дробление сумм (1,5–7 млн рублей) создает устойчивость. Это снижает риски «ставки на одного», обеспечивает «посев» идей и поддерживает региональные вузы.



Финальная оценка

Достигнутые результаты

- Рост инвестиций: 1,6 трлн рублей/год; +10 % ежегодный рост бизнес-финансирования.
- Грантовая поддержка: 60 тыс. учёных, 45 тыс. публикаций/год, жёсткая фильтрация (20–30 % успешность) гарантирует финансирование лучших идей.
- Молодёжь: 71 % участников – молодые исследователи; гранты увеличивают шансы защиты диссертации на 70 %.
- Региональное развитие: 81 регион, софинансирование 1,3 млрд рублей.
- Приоритеты: биоэкономика (150–200 млрд рублей), микроэлектроника, ИИ с партнёрством индустрии.

Ключевые выводы:

Выводы: Укрепление фундамента через конкурсность и молодёжь. Переход к высокотехнологичным приоритетам (ИТ, медицина, биотех). Децентрализация науки (81 регион, не столица). Амбициозная цель 2 % ВВП к 2030 году.

Главное: Российская наука справляется имеющимися средствами и движется вперед, демонстрируя способность к инновациям, несмотря на внешние ограничения.

Заключение раздела VII:

Мы наблюдаем устойчивый феномен: на фоне невысоких базовых окладов научное сообщество демонстрирует высокую адаптивность и вовлечённость в грантовую деятельность, которая становится ключевым инструментом финансирования.

Происходит трансформация заказчика: наука активно переходит в сектор корпораций с государственным участием, где формируются новые центры компетенций и прикладных разработок.

Главным итогом остаётся сохранение мирового уровня подготовки кадров. Российские вузы продолжают выпускать специалистов, которые формируют устойчивый спрос и конкуренцию за интеллект — как со стороны внутреннего рынка (ИТ, госкорпорации, ВПК), так и на глобальной международной арене.

РАЗДЕЛ VIII

Практические сложности российских учёных:
барьеры к исследованиям и публикациям



Блок 1: Публикации и доступ к информации

Суть:

После введения санкций в 2022 году российские учёные столкнулись с беспрецедентными препятствиями в доступе к научной информации и публикации своих результатов. Это не просто бюрократическая проблема — это угроза для самой возможности заниматься наукой. Вот реальная картина.

Ситуация с доступом к международным журналам

- **Заккрытие доступа (2022 г.):** практически все крупные издатели (Elsevier, Springer, Wiley, Nature Publishing Group) прекратили продажу подписок российским организациям и запретили доступ с российских IP-адресов.
- **Охват потерь:** примерно 60 % мировых научных журналов стали недоступны (было 80 %, восстановилось частично через VPN и альтернативные каналы).
- **Ведущие научные журналы:** Nature, Science, Cell — полностью закрыты с российских адресов.

Белый список журналов — попытка компенсации

- **Апрель 2022 г.:** Министерство науки опубликовало список из 500 «одобренных» журналов для публикации российскими учёными (часто невысокого качества).
- **Проблема:** большинство этих журналов имеют импакт-фактор < 1,0, не признаны международным сообществом.
- **Практика:** учёные вынуждены выбирать между публикацией в известном зарубежном журнале (через обходные пути) или в «одобренном» отечественном (с низким влиянием).

Проблемы с публикациями из за санкций

Примеры проблемного использования:

- **Отказ при технической обработке:** издатели часто отказывают в публикации автоматически, если обнаруживают российский адрес электронной почты.
- **Использование чужих адресов:** некоторые учёные публикуются через коллег из других стран, что этически проблематично.
- **Задержки в реер-review:** журналы замедляют обработку статей от российских авторов.
- **Отказы по политическим причинам:** отдельные журналы отказывают в публикации авторам из стран, находящихся в конфликте.

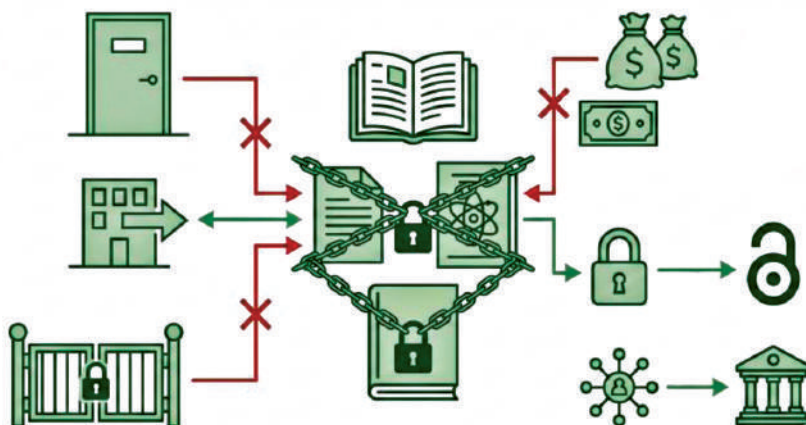
Политика издателей — неоднозначная и разнообразная

- **Elsevier:** формально не выступает против публикаций, но автоматическая фильтрация по IP создаёт барьер.
- **Springer Nature:** опубликовала заявление о недискриминации, но на практике возникают технические проблемы.
- **Nature Publishing Group:** публикует работы, но с задержками, требует дополнительной верификации авторов.
- **AAAS (Science, Science Advances):** одна из наиболее открытых; публикует без политических фильтров, но требует конфликт интересов.

Уход издательств из России и проблемы с оплатой

Примеры проблемного использования:

- **Заккрытие представительств:** Elsevier, Springer закрыли офисы в Москве и Санкт-Петербурге.
- **Проблемы с платежами:** невозможно оплатить подписки через российские банки (из за SWIFT-блокировки и санкций).
- **APC (Article Processing Charges):** публикация в Open Access требует оплаты 3–5 тыс. долларов, что недоступно для малых учреждений.
- **Попытки обхода:** некоторые учреждения используют казахские и армянские банковские счета для оплаты подписок.



Заблокированные способы оплаты

- **SWIFT-блокировка:** российские банки не могут переводить валюту за рубеж.
- **PayPal, Stripe:** заблокированы для российских пользователей.
- **Кредитные карты:** Visa и Mastercard не работают с российскими банками.
- **Крипто-платежи:** некоторые компании подключили их прием, но такие варианты оплаты используются ограниченно.

Стоимость публикаций и МРІ как «спасение»

- **Средняя стоимость APC:** 2500–5000 долларов за открытый доступ в Nature, Science.
- **Проблема для России:** для малого вуза это может быть недоступно (годовой грант на исследование часто < 100 тыс. долларов).
- **Российские журналы:** обычно бесплатны или стоят 5–20 тыс. рублей, но имеют низкий импакт-фактор.
- **МРІ (Moscow Physics Institute):** попытка создания российского аналога Nature с меньшей стоимостью и английским языком.

Дорогие журналы – новая проблема

Примеры успешного использования:

- **Высокая стоимость подписки:** Nature стоит 400 долларов за год, Science – 350 долларов, Elsevier journals – от 200 до 1000 долларов за год в зависимости от специальности.
- **Подписки вузов:** крупные вузы могут позволить себе подписку на пакет журналов (500–2000 долларов в год), но малые вузы нет.
- **Движение за открытый доступ:** растет интерес к бесплатным или дешёвым журналам, но качество может быть ниже.

Блок 2: Привлечение студентов и молодых учёных

Конкуренция с IT и бизнесом за таланты

Суть:

Местом проведения научных исследований все чаще становится корпоративный сектор, основные площадки RD переносятся в Сбер, Яндекс, Росатом и др. Объяснение простое — заработная плата выше, материально-техническая база на мировом уровне.

Финансовые показатели научной деятельности

- Средняя зарплата IT-специалиста: 300–400 тыс. рублей (Москва, 2025).
- Средняя зарплата молодого учёного: 100–140 тыс. рублей.
- Размер стипендии аспиранта: 18–30 тыс. рублей в месяц (государственная базовая с надбавками).
- Прожиточный минимум в Москве: около 22–25 тыс. рублей для трудоспособного населения.

Молодые исследователи, выбирающие академическую карьеру несмотря на значительный разрыв в доходах, демонстрируют устойчивую внутреннюю мотивацию. Это естественный и эффективный фильтр, отсеивающий карьеристов в пользу подлинно увлечённых учёных и потенциальных лидеров науки.

Траектория становления учёного: долгие ротации как признак зрелости

- От аспиранта к научному сотруднику: 3–5 лет (в зависимости от успехов и публикаций).
- От научного сотрудника к доценту: 10–15 лет (средний возраст – около 45 лет).
- От доцента к профессору: 5–10 лет (средний возраст – около 55–60 лет).
- Полная карьера: 30–40 лет для достижения профессорского уровня в российской науке.

Долгие ротации в науке – это признак становления учёного, а не недостаток системы. Фундаментальный подход требует времени для углубления экспертизы, накопления научного капитала и формирования собственной школы мысли. В IT можно достичь senior-уровня (450 тыс. рублей в месяц) за 5–7 лет, однако это – принципиально иная модель профессионального развития.

Интеграция науки и IT: механизм современной адаптации

Разрыв между заявлениями и реальностью:

Вместо противопоставления науки и IT целесообразно рассматривать их синергию как ключевой механизм адаптации современной науки. Успешные примеры интеграции включают:

- Развитие вычислительных методов в физике и математике.
- Создание центров компетенций на базе университетов (сотрудничество с tech-компаниями).
- Модель двойной карьеры: параллельная работа в научной лаборатории и IT-проектах.
- Стартапы, основанные на научных разработках (трансфер технологий).

Интеграция позволяет молодым исследователям сохранять интерес к фундаментальной науке, получая при этом достаточный доход и актуальные навыки. Это — не уход из науки, а расширение горизонтов и повышение устойчивости научного сообщества.

Блок 3: Ресурсы и оборудование

Проблемы с импортом оборудования и реактивов

Суть:

Санкции 2022 года привели к дефициту оборудования и реактивов в российских лабораториях. Хотя отрасль частично адаптировалась через локализацию производства и альтернативные каналы поставок, остаются узкие места: высокочастотные детекторы, специальная химия и электронная компонентная база по-прежнему дорожают или становятся труднодоступными. Это замедляет исследования и повышает их стоимость.

- **Прямые санкции:** оборудование двойного назначения (микроскопы высокого разрешения, спектрометры, криогенные установки).
- **Косвенные санкции:** компоненты (полупроводники, лазеры) требуют лицензию на экспорт.
- **Реактивы:** некоторые химические соединения и биологические материалы практически недоступны (импорт из Европы замораживается).
- **Цена на чёрном рынке:** оборудование стоит в 2–5 раз дороже официальной цены.

Критическая зависимость от импорта

Примеры проблемного использования:

- **Маркировка:** Россия производит < 10 % лабораторного оборудования, которое использует (в США > 70 %).
- **Проблема:** многие лаборатории используют оборудование, купленное в 2010–2020 годы, которое просто ломается и не может быть отремонтировано.
- **Примеры:** электронные микроскопы Zeiss, Leica; спектрометры Shimadzu, Agilent; секвенаторы Illumina, Oxford Nanopore.
- **Сроки жизни:** оборудование служит 5–10 лет, затем требует замены или ремонта.

Стоимость и разрешительные процедуры

- **Стоимость одного спектрометра:** 200–500 тыс. долларов – доступно только крупным вузам.
- **Электронный микроскоп:** 500 тыс. – 2 млн. долларов.
- **Краски и реактивы:** многие просто исчезли с рынка (не могут быть завезены).
- **Разрешения:** для некоторых видов оборудования требуется письменное разрешение Минпромторга (бюрократия и задержки).

Доступ к зарубежному программному обеспечению

Примеры проблемного использования:

- **MATLAB, Mathematica, LabVIEW:** лицензии стоят 500–3000 долларов в год, официальный импорт заблокирован.
- **Adobe, AutoCAD:** используются, но через обходные пути.
- **Облачные сервисы:** Google Cloud, Amazon AWS, Microsoft Azure ограничены для российских пользователей.
- **Научное ПО:** GROMACS, NAMD (симуляции молекулярной динамики) доступны, так как открытые, но поддержка затруднена.



Участие в международных конференциях: переориентация на восточные центры знаний

Суть:

Международные конференции — традиционный инструмент обмена знаниями и создания научных связей. Изменение геополитической ситуации требует переосмысления стратегии интеграции российской науки в глобальное научное пространство и расширения географии научного взаимодействия.

Объективные препятствия западной интеграции:

Примеры проблемного использования:

- **Визовые ограничения:** ЕС, США, Израиль ограничивают выдачу виз российским гражданам.
- **Логистические барьеры:** блокировка прямых авиарейсов, маршруты через третьи страны дорожают в 2–3 раза.
- **Регистрационные фильтры:** автоматическое отклонение регистраций с российских адресов.
- **Санкционные ограничения:** запреты на выступления на конференциях в США и ЕС.

Стратегия адаптации: расширение восточных направлений

Разрыв между заявлениями и реальностью:

Вместо ориентации исключительно на западные конференции, российская наука имеет возможность развивать коллаборации с динамично растущими центрами знаний в Азии и создавать собственные платформы международного обмена:

- **Китай, Сингапур, Южная Корея:** масштабные инвестиции в STEM-образование и научные исследования.
- **Индия:** развивающийся сектор вычислительной науки и математики.
- **БРИКС и региональные центры:** создание собственных платформ обмена знаниями.
- **Технологические хабы:** Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск как узлы региональных научных сетей.

Переориентация на восточные направления — расширение географии научных связей и открытие доступа к новым исследовательским подходам, которые развиваются за пределами традиционного западного научного истеблишмента.

Международные сотрудничества — реформатирование и новые партнёрства

- **Альтернативные источники финансирования:** гранты от азиатских фондов (Национальный фонд науки КНР, корейские научные фонды).
- **Обмен исследователями:** развитие программ мобильности с университетами Китая, Индии, Таиланда, Вьетнама.
- **Совместные проекты:** создание консорциумов на основе БРИКС, ШОС, Евразийского экономического союза.
- **Региональные лидеры:** укрепление сотрудничества с растущими научными центрами (Технион в Израиле, NTU в Сингапуре, ведущие вузы КНР).

Специфические проблемы в области исследований

1. Конкуренция за специалистов в ИИ и компьютерной безопасности

Примеры проблемного использования:

- **Спрос на специалистов ИИ:** в 2024 г. вырос значительно (500—600 открытых позиций ежемесячно в России).
- **Предложение из академического сектора:** вузы выпускают < 5000 специалистов в год, в то время как спрос превышает предложение.
- **Привлечение талантов:** Яндекс, VK, Sber, Tinkoff активно нанимают квалифицированных исследователей из академических институтов, предлагая значительно более высокие зарплаты.
- **Последствие:** академические лаборатории теряют часть кадрового потенциала и вынуждены работать с менее опытными командами.

2. Ограничения на вычислительные ресурсы

Примеры проблемного использования:

- **GPU высокого уровня (NVIDIA A100, H100):** экспорт в Россию ограничен или запрещён в соответствии с санкционными режимами.
- **Альтернативные источники:** приобретение на вторичном рынке обходится в 2 — 3 раза дороже и не гарантирует надёжность.
- **Облачные сервисы:** Google Cloud, AWS, Azure имеют технические ограничения для доступа из России.
- **Локальные альтернативы:** Яндекс.Cloud и VK Cloud предоставляют сервисы, но с ограниченной масштабируемостью и более высокой стоимостью.
- **Влияние:** обучение и тестирование крупных моделей ИИ становится более затратным и медленным.

3. Доступ к открытым ИИ-моделям и данным

- **HuggingFace**: основной репозиторий с открытыми моделями имеет ограничения доступа для некоторых российских IP-адресов.
- **LLM через официальные каналы**: ChatGPT, Claude, Gemini не интегрированы в российскую инфраструктуру через официальных поставщиков.
- **Открытые альтернативы**: исследователи ориентируются на локальные модели (YandexGPT, Saiga) и открытые проекты с ограниченными возможностями.



4. Публикации в ИИ-журналах и конференциях

Суть:

Крупные международные площадки — NeurIPS, ICML, ICLR — остаются ключевыми каналами для публикации исследований в области искусственного интеллекта. Российские авторы продолжают активно участвовать в этих форумах, развивая стратегии адаптации к новой конкурентной среде.

Примеры проблемного использования:

- **Основные площадки:** остаются открыты для российских авторов при соблюдении санкционного законодательства.
- **Стандарты оценки:** времена рецензирования увеличились, критерии стали более строгими — отражение общего ужесточения в международной науке.
- **Коллаборативные каналы:** сотрудничество с иностранными партнёрами служит эффективным механизмом для публикации результатов.
- **Локальные платформы:** региональные конференции и форумы развиваются как дополнительные площадки для обмена знаниями.

Практические примеры адаптации:

- **Институт прикладной физики (Нижний Новгород):** продолжает публиковать в Nature Physics через каналы международного сотрудничества.
- **Лаборатория Касперского:** разработала собственные платформы для исследований в кибербезопасности, публикуя результаты независимо.
- **Сколтех:** функционирует благодаря частному финансированию, выпускает работы в топ-журналы и конференции.
- **Молодые исследователи:** активно адаптируются, используя открытые ресурсы, локальные платформы и международные коллаборации.

Синтезированная картина: вызовы и стратегические векторы адаптации

Суть:

Российская наука сталкивается с комплексом препятствий технического, административного и логистического характера, которые охватывают дефицит оборудования, ограничения доступа к международным платформам и сложности при публикации результатов. Одновременно примеры продолжающейся научной деятельности демонстрируют, что эти барьеры не являются непреодолимыми.

Три стратегических вектора для молодого поколения учёных:

1. Интеграция с IT-сектором и технологическими компаниями
Перспективный путь, позволяющий сохранить исследовательскую активность при обеспечении материальной устойчивости. Модель двойной карьеры (параллельная работа в лаборатории и tech-компании) становится нормой для амбициозных молодых исследователей.

2. Локальное развитие и региональное лидерство
Создание сильных научных центров на базе российских университетов и НИИ, функционирующих на принципах открытой науки и международного сотрудничества с восточными партнёрами. Региональные платформы для публикаций и конференций выступают альтернативой западным площадкам.

3. Переориентация на приоритетные направления
Области с государственной поддержкой – информационные технологии, квантовые вычисления, материаловедение, биотехнология – предлагают стабильное финансирование и необходимые ресурсы для амбициозных проектов.

Заключение раздела VIII:

Сложности, с которыми столкнулась российская наука в период 2022–2025 годов, представляют собой комплекс системных препятствий, требующих переосмысления подходов к организации научной деятельности. От ограничения доступа к журналам до дефицита оборудования — каждый из этих вызовов поддаётся адаптации. Это требует развития локальной инфраструктуры, интеграции с технологическим сектором, переориентации на восточные партнёрства и поддержки молодых учёных.

Молодые исследователи не уходят из науки — они адаптируют свои стратегии. Модель двойной карьеры, локальное лидерство, участие в приоритетных направлениях — это новые траектории развития, сохраняющие интерес к фундаментальной науке при обеспечении материальной устойчивости. Развитие российской науки в условиях реформирования международного взаимодействия — это расширение научной географии. Сильная российская наука, интегрированная с восточными центрами знаний и работающая на открытых принципах сотрудничества, становится источником глобальных прорывов и обогащает мировое научное пространство новыми идеями и методологиями.

РАЗДЕЛ IX

Анализ текущих и потенциальных рисков для науки и технологий



1. Институциональные риски

Суть:

Институциональные риски связаны с тем, как устроены системы науки, образования и управления знаниями. Изоляция от международного сообщества, бюрократизация и сокращение финансирования подрывают устойчивость научных институтов и воспроизводство кадров.

Изоляция от международного научного сообщества

- **Текущая ситуация в России (2024–2025):** ограниченный доступ к международным журналам, базам данных и конференциям; частичный запрет на совместные проекты с европейскими и американскими вузами.
- **Международный риск:** формирование параллельных научных экосистем, рост недоверия к результатам друг друга.
- **Утечка мозгов:** по оценкам университетских исследований, число научных работников в России за 20 лет снизилось примерно на 25 %, при этом санкции стимулировали дополнительную волну эмиграции (ещё 15 % потенциальных мигрантов).

Сокращение финансирования и бюрократизация

- **Россия:** совокупные расходы на НИОКР в 2023–2025 годах снижаются, доля фундаментальных исследований падает, растёт доля целевого госзаказа и оборонных программ.
- **Бюрократический риск:** усложнение отчётности, KPI и процедур закупок отнимает у исследователей значительную часть времени, снижая фактическую научную продуктивность.
- **Глобальный контекст:** в ряде стран (особенно с высоким долгом) под давлением геополитических расходов возможно перераспределение бюджета от науки в пользу обороны и безопасности.

США и Европа: новые формы «утечки мозгов»

Ключевые события:

- **Новый тип миграции:** ведущие учёные уходят из академии в крупные компании ИИ и биотеха (США, Великобритания, ЕС), что ослабляет университетскую науку и меняет баланс сил между государством и корпорациями.
- **Риск для науки:** исследовательские приоритеты всё больше определяются интересами нескольких технологических гигантов, а не академическим сообществом и обществом в целом.



2. Технологические риски

Суть:

Технологические риски касаются зависимостей от оборудования, инфраструктуры и цифровых платформ, а также ошибок и ограничений самих интеллектуальных систем. Они особенно критичны для ИИ-интенсивных областей и сложных экспериментальных установок.

Зависимость от импортного оборудования и компонентов

- **Россия:** санкции осложнили закупку высокоточного оборудования, реактивов и ИИ-чипов, что приводит к задержкам исследований и удорожанию проектов.
- **Глобальный риск:** концентрация производства передовой электроники и лабораторного оборудования в нескольких странах делает научные системы уязвимыми к геополитическим кризисам и разрывам цепочек поставок.

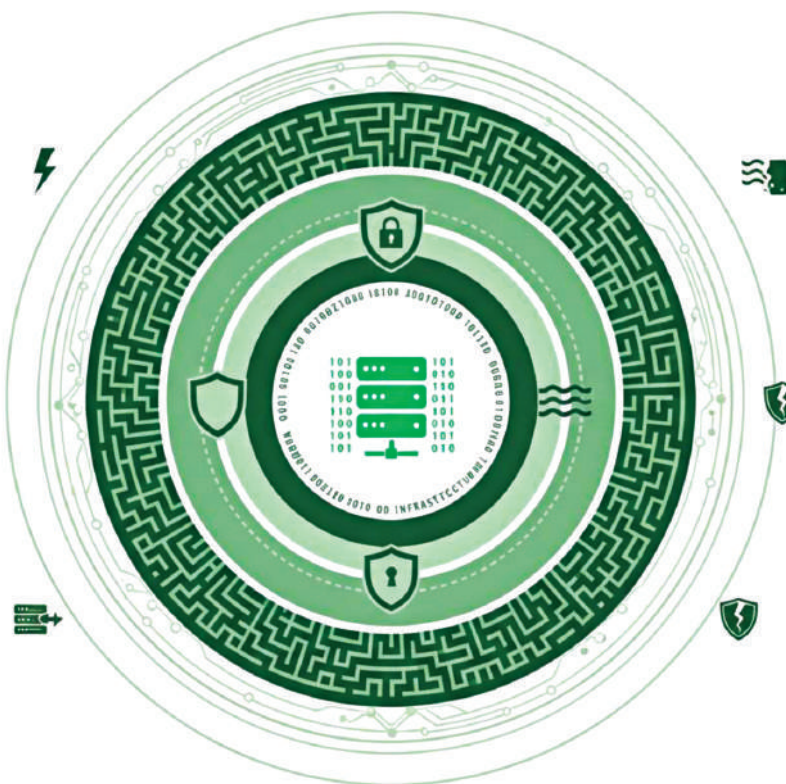
Отставание в критических технологиях

Примеры проблемного использования:

- **ИИ и квантовые технологии:** страны с ограниченным доступом к GPU, облакам и квантовым платформам рискуют выпасть из первой линии исследований и остаться потребителями чужих решений.
- **ПО и данные:** блокировка доступа к крупным ИИ-моделям, датасетам и научным репозиториям усугубляет разрыв в темпах развития.

Кибербезопасность и защита данных

- **Глобальный риск:** рост числа кибератак на инфраструктуру, научные центры и хранилища данных связан с усилением геополитического противостояния и может приводить к утечкам чувствительных данных.



3. Геополитические риски

Суть :

Геополитическая напряжённость напрямую влияет на науку: через санкции, ограничения мобильности, перераспределение бюджетов в пользу обороны и рост недоверия между странами.

Влияние санкций на науку

- **Россия:** санкции привели к сокращению финансирования, разрыву коллабораций, ограничению доступа к оборудованию и деморализации части научного сообщества.
- **Глобальный эффект:** санкции и торговые войны затрагивают международные проекты (например, крупные физические установки, космические миссии), осложняя совместное использование инфраструктуры.

Фрагментация глобальной научной системы

Примеры проблемного использования:

- **Глобальный риск:** переход от открытой глобализированной науки к блочно-ориентированной системе с ограниченным обменом данными и технологиями между конкурирующими блоками.
- **Скрытые механизмы давления:** визовые ограничения, контроль над экспортом технологий, целенаправленные кибератаки, а также информационные кампании, подрывающие доверие к «чужой» науке.

Военизация науки

- **Рост оборонных расходов:** многие государства наращивают военные бюджеты, что может происходить за счёт гражданской науки и образования.

4. Социальные риски

Суть :

Социальные риски включают падение доверия к науке, усиление антинаучных движений и рост неравенства в доступе к знаниям. Они определяют, будет ли общество поддерживать научные инвестиции и слушать экспертное сообщество.

Падение престижа науки и недоверие к экспертам

- **Глобальный тренд:** в ряде стран усиливаются антинаучные движения (антивакцинаторы, климатический скептицизм, конспирологические сообщества), что снижает доверие к научному консенсусу.
- **Россия:** политизация публичной экспертизы и разрыв между официальной риторикой и реальным положением дел подрывают доверие к «официальным» учёным и стимулируют уход в частные проекты или эмиграцию.

Неравенство в доступе к знаниям и технологиям

Примеры проблемного использования:

- **Цифровое расслоение:** закрытие международных платформ, платный доступ к ИИ-сервисам и дорогие подписки на журналы усиливают разрыв между богатыми и бедными странами, а также между элитными и периферийными вузами.
- **Социальный эффект:** группы населения без доступа к качественной информации становятся более уязвимыми к дезинформации и популизму, что дополнительно подрывает поддержку науки.

Синтезированная оценка рисков

Риски для науки многомерны и усиливают друг друга: институциональная слабость повышает чувствительность к санкциям, технологическое отставание подталкивает к военизации, а социальное недоверие затрудняет принятие непопулярных, но необходимых решений. Важно рассматривать их как связанную систему, а не отдельные проблемы.

Матрица критичности (2025–2026)

Относительная критичность рисков (оценка автора):

- **Институциональные риски:** очень высокие в России, средние в большинстве развитых стран.
- **Технологические риски:** высокие для стран под санкциями и с ограниченным доступом к ИИ-инфраструктуре; средние глобально.
- **Этические риски:** высокие глобально из-за быстрого внедрения ИИ и неопределённости нормативной базы.
- **Геополитические риски:** высокие глобально, особенно для международных коллабораций и мегапроектов.
- **Социальные риски:** растущие, но сильно зависят от национального контекста и доверия к институтам.

Предложения по смягчению рисков

- **Для России:** восстановление каналов международного сотрудничества там, где это возможно; поддержка мобильности молодых учёных; снижение бюрократической нагрузки и увеличение доли независимого грантового финансирования.
- **Для мирового сообщества:** развитие механизмов «научной дипломатии», сохранение совместных мегапроектов даже в условиях политических конфликтов; выработка общих принципов этики ИИ и прозрачности научных данных.
- **Для журналов и фондов:** внедрение стандартов проверки использования ИИ (документация, лог файлов, открытые коды); поддержка открытого доступа и инфраструктуры, снижающей неравенство в доступе к знаниям.

Закключение раздела IX:

Глобальный тренд последних лет — рост антинаучных настроений и недоверия к науке. Это явление не специфично для России: антивакцинаторские движения, отрицание климатических исследований и скептицизм присутствуют во всех странах с одинаковой интенсивностью. Корень проблемы не в доступе к информации, а в культуре обучения. Информация доступна как никогда. Реальная проблема — клиповое мышление, снижение способности к анализу и нежелание учиться систематически. Антинаучные настроения укореняются как культурное явление, связанное с поляризацией общества. Для глобального научного сообщества ключевая задача — сохранение минимального уровня научной взаимности в критичных областях: климатология, здравоохранение, продовольственная безопасность, контроль над рисками ИИ. Для России ближайшие годы станут проверкой устойчивости научной системы. Исход зависит от трёх факторов: объёма финансовой поддержки, санкционного режима и качества управленческих решений. От этого зависит, останется ли страна активным участником мировой науки или закрепится в роли периферийного поставщика. Во всех странах исход определяется общественным отношением к науке. Если доверие сохранится, турбулентность может стать стимулом для новых форм сотрудничества. Если недоверие растёт, риски превратятся в долговременный спад научного потенциала.

РПП ИНЭС ДД2501Р

Отпечатано в типографии «ДМ-Буквэй», Москва

Тираж 1000 экз.

ISBN 978-5-93618-314-0



9 785936 183140