

УДК 33

DOI: 10.24412/1998-5533-2025-4-426-430

**От пилота к масштабу: как гибридные архитектуры и модели управления определяют успех внедрения искусственного интеллекта в бизнесе****Павлова А.В.**

Доктор экономических наук, проректор по учебной работе и цифровой трансформации, профессор кафедры сервиса и туризма Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (Казань)

**Ягудина Е.В.**

Доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой управления человеческими ресурсами Казанского (Приволжского) федерального университета

*В статье рассматриваются актуальные аспекты практического внедрения искусственного интеллекта в бизнес-процессы современных организаций. Основное внимание уделяется анализу эффективности различных технологических архитектур и организационных моделей управления ИИ-проектами.*

*На основе исследования более 40 практических кейсов внедрения ИИ в российских и зарубежных компаниях авторы выявляют ключевые факторы успеха проектов. Особое внимание уделяется сравнению трёх основных моделей развёртывания ИИ: облачной, локальной и гибридной. Доказано, что гибридная архитектура обеспечивает оптимальный баланс между масштабируемостью, безопасностью и экономической эффективностью.*

*В работе также анализируются три основные модели управления ИИ-инициативами: централизованная, децентрализованная и гибридная «хаб-спиц». Показано, что последняя модель является наиболее эффективной для масштабирования ИИ-решений в крупных организациях.*

*Практическая значимость исследования заключается в разработке эволюционной траектории внедрения ИИ – от централизованной модели на начальных этапах к гибридной по мере роста зрелости организации. Авторы подчёркивают важную роль мультидисциплинарного Центра компетенций по ИИ как стратегического органа управления процессом цифровой трансформации.*

*Результаты исследования могут быть использованы руководителями компаний и специалистами по цифровой трансформации при планировании и реализации проектов внедрения искусственного интеллекта.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, гибридная архитектура, модель развёртывания ИИ, центр компетенций, модель «хаб-спиц», цифровая трансформация

**Для цитирования:** Павлова А.В., Ягудина Е.В. От пилота к масштабу: как гибридные архитектуры и модели управления определяют успех внедрения искусственного интеллекта в бизнесе // Вестник экономики, права и социологии. 2025. № 4. С. 426–430. DOI: 10.24412/1998-5533-2025-4-426-430.

Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в коммерческие организации перестало быть предметом футурологических прогнозов и стало ключевым фактором конкурентоспособности в современной экономике [1]. Согласно прогнозам, общий экономический потенциал ИИ оценивается в 4,4 трлн долл. за счет роста производительности [2; 3], а к 2030 г. его вклад в мировую экономику может достигнуть 13 трлн долл. [4]. Этот масштабный сдвиг обусловлен стремительным развитием технологий, в частности генеративного ИИ, что позволило снизить стоимость доступа к программным продуктам: например, стоимость токенов *OpenAI* упала с 30 до 3 долл. за миллион при переходе с *GPT-4* на *GPT-4o* за 16 месяцев [5]. В результате к 2024 г. не менее 50 % компаний использовало ИИ как минимум в двух бизнес-функциях, а к концу 2025 г. ожидается, что 92 % компаний увеличат инвестиции в эту технологию [2; 6]. Прогнозируется и рост глобального рынка ИИ – с 621,19 млрд долл. в 2024 г. до 2,74 трлн долл. к 2032 г., при этом на Северную Америку приходится 41 % рынка [7; 8]. Однако, несмотря на широкий охват и высокие ожидания, практика внедрения сталкивается с серьезными вызовами. Большинство компаний остаются на стадии пилотных проектов, и лишь 1 % руководителей считают свои компании «зрелыми» в плане внедрения ИИ, технологии интегрированы в рабочие процессы и дают значительный бизнес-эффект [2; 9]. Это свидетельствует о глубоком разрыве между технологическим потенциалом и организационной готовностью, что делает исследование факторов успеха и барьеров внедрения крайне актуальным для современного менеджмента.

В исследовании использован междисциплинарный подход, объединяющий методы системного анализа, контент-анализа, кейс-стади и экономикоматематического моделирования. Были проанализированы более 40 кейсов внедрения ИИ в России и за рубежом, включая компании из энергетики, финансов, промышленности и ритейла. Также использованы данные от *McKinsey*, *Gartner*, *IDC*, *ABI Research*, а также отчеты технологических платформ, таких как *Microsoft*, *Google*, *AWS*, и научные публикации в рецензируемых журналах. Данный подход обеспечивает высокую достоверность и актуальность анализа, так как опирается на первичные данные, полученные в результате масштабных опросов и исследований. Например, отчет *McKinsey* 2024 г. основан на опросе 1600 менеджеров и 16 000 сотрудников [2], а исследование *Infosys AI Business Value Radar* охватило 3240 компаний и 132 кейса использования ИИ [10].

Методологически исследование опиралось на сравнительный анализ моделей *CAPEX/OPEX*, расчет *ROI* по ИИ-проектам, а также *SWOT*- и сценарный анализ для оценки рисков: *vendor lock-in*,

регуляторная неопределенность, дефицит кадров. Особое внимание уделено сравнению гибридной модели (*cloud + on-premises + edge*) с чисто облачной или локальной архитектурой.

Практика внедрения искусственного интеллекта в деятельность коммерческих организаций характеризуется разнообразием подходов к управлению и реализации проектов. Анализ источников позволяет выделить несколько типов внедрения и, что более важно, различные организационные модели управления, которые определяют эффективность и масштабируемость инициатив.

Основные типы ИИ, релевантные для бизнеса, включают генеративный ИИ (создание контента), машинное обучение (прогнозирование спроса), обработку естественного языка (*NLP*), роботизированную автоматизацию процессов (*RPA*) и компьютерное зрение [6; 11]. Внедрение может осуществляться через различные варианты: использование *API*-сервисов (например, *ChatGPT*), услуг третьих сторон, разработку собственных решений или платформ инференса третьих сторон [12].

Выбор технологических решений и модели развертывания является ключевым фактором успеха при внедрении искусственного интеллекта, так как он напрямую влияет на безопасность, производительность, затраты и соответствие нормативным требованиям. Современная практика демонстрирует переход от простых, изолированных решений к сложным, интегрированным архитектурам. Основные технологические инструменты включают генеративный ИИ (например, *OpenAI*, *Anthropic*, *Google Gemini*), платформы бизнес-аналитики с поддержкой ИИ (*BI*), инструменты автоматической генерации кода (например, *GitHub Copilot*) и аналитические платформы для выявления скрытых паттернов. Ключевые провайдеры облачных платформ, такие как *Amazon Web Services (AWS)*, *Microsoft Azure* и *Google Cloud Platform (GCP)*, предлагают комплексные сервисы для разработки, обучения и развертывания моделей машинного обучения: *AWS SageMaker*, *Azure Machine Learning* и *Google Cloud Vertex AI* соответственно [9; 13]. Эти платформы обеспечивают доступ к динамически распределяемым вычислительным мощностям и управляемым сервисам, что упрощает эксперименты и масштабирование [14].

Модели развертывания ИИ можно классифицировать на три основные:

- облачная (*cloud*);
- локальная (*on-premises*);
- гибридная.

Облачная модель предполагает использование ресурсов публичного облака, таких как *AWS*, *Azure* или *GCP*. Ее основные преимущества – масштабируемость, быстрое развертывание, низкие стартовые затраты (*OPEX*) и доступ к передовым инстру-

ментам [15; 16]. Однако она сопряжена с рисками безопасности, особенно при обработке чувствительных данных, и зависимости клиента от продуктов и услуг одного поставщика (*vendor lock-in*) [12; 17].

Локальная модель подразумевает развертывание ИИ-моделей на корпоративных серверах внутри компании [14]. Она обеспечивает максимальный контроль над данными, безопасность и предсказуемую производительность, что критично для регулируемых отраслей, таких как финансы и здравоохранение [12; 18]. Недостатками являются высокие первоначальные инвестиции (*CAPEX*) и ограниченная масштабируемость [16].

Наиболее распространенной и перспективной моделью в 2025 г. является гибридная архитектура. Она сочетает преимущества облачных и локальных решений, позволяя компаниям оптимизировать затраты, соблюдать нормативные требования и обеспечивать высокую производительность [19; 20]. Основные паттерны гибридного развертывания включают обучение моделей в облаке и развертывание на локальных серверах (*split approach*), разделение модели между облаком и локальной средой (*split-model architectures*), децентрализованное обучение (*federated learning*) и согласованное управление вычислениями как на периферии, так и в облаке (*edge-cloud orchestration*) [19; 21].

Этот подход особенно эффективен, когда на этапе обучения требуются огромные вычислительные мощности, которые доступны в облаке, а на этапе вывода критичны низкая задержка и контроль над данными [19; 22]. Например, в финансовом секторе обучение может проходить в облаке, а вывод – на локальных GPU-кластерах для обеспечения задержки в 2–5 мс, что необходимо для высокочастотного трейдинга, в то время как облачный вывод дает задержку 50–200 мс [19; 21]. В здравоохранении данные пациентов обрабатываются локально для соблюдения конфиденциальности, а анонимизированные данные используются в облаке для разработки моделей [19; 20]. В производстве же ежедневно генерируется до 2 ТБ данных с датчиков, и их локальная обработка снижает затраты на передачу данных на 60–80 % [19; 21].

Гибридная модель требует сложной инфраструктуры, включающей локальные GPU-кластеры, облачную инфраструктуру для обучения, реестр моделей (например, *MLflow*, *Kubeflow*), развертывание и управление приложениями через *Kubernetes*<sup>1</sup> и защищенную сеть [19; 23]. Для оптимизации используются методы квантования моделей (снижение размера на 50–75 % с минимальной потерей точности), дистилляция знаний и аппаратной опти-

мизации (например, с помощью *TensorRT*), что позволяет ускорить вывод в 2–5 раз [19; 21]. Безопасность в гибридной среде обеспечивается сквозным шифрованием с управляемыми клиентом ключами, архитектурой нулевого доверия (*zero-trust*) и микро-сегментацией [19; 24].

Выбор модели зависит от ряда факторов, включая тип нагрузки, чувствительность данных, требования к задержкам, бюджет (*CAPEX vs OPEX*), масштабируемость и уровень внутренней экспертизы. В 2025 г. наблюдается тренд на рост числа компаний, выбирающих локальные или частные облачные решения для ИИ из-за экономии на масштабе, защиты данных и повышения эффективности [17]. Таким образом, гибридная модель развертывания становится стратегическим выбором для компаний, стремящихся к балансу между инновациями, безопасностью и рентабельностью.

Однако наиболее критическим аспектом является не технологический выбор, а организационная модель, которая управляет этим процессом.

Ведущие консалтинговые и исследовательские компании выделяют три основные модели управления внедрением ИИ.

Первая – централизованная модель. В этой модели все ИИ-инициативы управляются единой командой, такой как Центр компетенций (*AI CoE*), который отвечает за стратегию, стандарты, технологии и управление [25; 26]. Эта модель обеспечивает сильный контроль, стандартизацию и согласованность, что особенно важно на начальных этапах внедрения. Например, *Matt Cornett* из *Transamerica* возглавляет централизованную команду, подчиняющуюся главному административному директору, что позволяет эффективно управлять талантами и инфраструктурой [27]. Однако у этой модели есть недостатки: она может замедлять инновации, создавать узкие места и отдалять ИИ-специалистов от бизнес-подразделений, что снижает понимание предметной области [28].

Вторая модель – децентрализованная. В этом подходе команды в сфере данных и ИИ распределены по бизнес-подразделениям и подчиняются локальным руководителям [26; 27]. Преимущества такой модели заключаются в близости к конкретным бизнес-процессам, глубокой предметной экспертизе и операционной гибкости, что способствует быстрому реагированию на потребности подразделения. Однако она приводит к изоляции специалистов, дублированию усилий, отсутствию стандартизации и сложностям в координации на уровне всей компании. Патрик Харрисон, директор по разработке искусственного интеллекта в глобальной компании, занимающейся финансовой аналитикой, отмечает, что для решения этих проблем им пришлось внедрять сеть поддержки и централизованную платформу [27].

Третья и, по мнению многих экспертов, наиболее эффективная модель – гибридная модель «хаб-

<sup>1</sup> *Kubernetes* – это портативная расширяемая платформа с открытым исходным кодом для управления контейнеризованными приложениями и сервисами, которая облегчает как декларативную настройку, так и автоматизацию.

спиц» (*hub-and-spoke*). Эта модель сочетает централизованное стратегическое руководство («хаб») с децентрализованной операционной автономией («спицы») [25; 26; 29]. Центральный «хаб» (например, *AI CoE*) отвечает за разработку стратегии, установление стандартов, управление данными, обеспечение безопасности и развитие компетенций. Он обеспечивает единую стратегию и сквозной контроль. В то же время «спицы» – это бизнес-подразделения, которые берут на себя приоритизацию задач, внедрение решений и оценку их эффективности, что обеспечивает высокую вовлеченность и ускорение инноваций на локальном уровне. Исследования показывают, что компании, успешно масштабирующие ИИ, в 3 раза чаще используют эту модель [25]. *McKinsey* же отмечает, что 70 % банков с централизованными командами успешно осуществляют промышленный запуск решений, против 30 % при децентрализованных моделях, что подчеркивает важность централизованного контроля даже в гибридной модели [25].

Авторская интерпретация результатов позволяет сделать вывод о том, что выбор модели зависит от зрелости организации. На ранних этапах, когда необходимо сформировать экспертизу и управление, рекомендуется начинать с централизованной модели [25; 27]. По мере роста и увеличения числа инициатив, организация должна переходить к гибридной модели «хаб-спиц», чтобы совместить контроль и инновации. Для малых и средних предприятий может быть предпочтительна централизация, а для крупных корпораций — гибридная модель. Эффективный *AI CoE* в рамках гибридной модели должен быть мультидисциплинарным и включать стратегов в области ИИ, специалистов по данным, юристов, экспертов по безопасности и менеджеров по изменениям [29]. Он должен функционировать не как технический, а как стратегический центр, обеспечивая связь между технологическими возможностями и бизнес-целями.

Таким образом, гибридная модель «хаб-спиц» представляет собой наиболее сбалансированный и устойчивый подход к управлению внедрением ИИ, способный преодолеть ограничения как централизованной, так и децентрализованной моделей.

### Литература:

1. GenAI4EU: Funding opportunities to boost Generative AI “made in Europe”. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/genai4eu>
2. AI in the workplace: A report for 2025. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinseydigital/our-insights/superagency-in-the-workplace-empowering-people-to-unlock-ais-fullpotential-at-work>
3. From early pilot to lasting value: 6 critical success factors for AI transformation. URL: <https://konecta.com/news-insights/from-early-pilot-to-lasting-value-6-critical-success-factors-for-ai-transformation>
4. Gibson K. AI-Driven Business Models: 4 Characteristics. URL: <https://online.hbs.edu/blog/post/ai-driven-business-models>
5. Gesser A., Moodie G., Bernabei D. Why Businesses Are Accelerating AI Adoption and Eight Hallmarks of Success. URL: <https://www.debevoise.com/insights/publications/2025/09/why-businesses-are-accelerating-ai-adoption-and>
6. Benefits of Artificial Intelligence (AI) for Business. URL: <https://online.uc.edu/blog/business-benefits-artificial-intelligence-ai/>
7. Real-Life Examples of how AI is used in Business. URL: <https://onlinedegrees.sandiego.edu/artificial-intelligence-business/>
8. Types of AI for Businesses Powering Industries Today. URL: <https://makingsense.com/blog/post/types-of-ai-for-business>
9. AI Model Deployment Platforms to Consider in 2025. URL: <https://www.domo.com/learn/article/ai-model-deployment-platforms>
10. High M. AI Adoption Accelerates as Businesses Look to Drive Impact. URL: <https://aimagazine.com/articles/infosys-enterprise-ai-shifts-from-experimentation-to-impact>
11. Spittlehouse R. The 5 Types of AI Every Small Business Should Know. URL: <https://pcg.io/insights/5-types-of-ai-small-business-guide/>
12. Hayden R. Comparing Generative AI Deployment Options for Your Enterprise. URL: <https://www.abiresearch.com/blog/comparison-of-generative-ai-deployment-options>
13. Parsons D., Corneil Ch. Six critical success factors to realize AI potential. URL: <https://www.slalom.com/us/en/insights/six-critical-success-factors-to-realize-ai-potential>
14. AI Deployment: Types, Challenges & Best Practice. URL: <https://www.ai21.com/knowledge/aideployment/>
15. What are public, private, and hybrid clouds? URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-are-private-public-hybrid-clouds>
16. Sirota A. Cloud AI vs. on-premises AI: Where should my organization run workloads? URL: <https://www.pluralsight.com/resources/blog/ai-and-data/ai-on-premises-vs-in-cloud>

17. How to Choose the Best Deployment Model for Enterprise AI: Cloud vs On-Prem. URL: <https://www.allganize.ai/en/blog/enterprise-guide-choosing-between-on-premise-and-cloud-llm-and-agentic-ai-deployment-models>
18. Commission launches AI innovation package to support Artificial Intelligence startups and SMEs. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_24\\_383](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_383)
19. Reddin N. Hybrid AI: Combining On-Premise & Cloud AI for Enterprise Use Cases. URL: <https://blog.american-technology.net/hybrid-ai-combining-on-premise-cloud-ai-for-enterprise/>
20. Train in the Cloud, Deploy On-Prem: Making Hybrid AI Work. URL: <https://sutejakanuri.medium.com/train-in-the-cloud-deploy-on-prem-making-hybrid-ai-work-foryou-718e5d8f00b9>
21. Hybrid AI: Combining On-Premise & Cloud AI for Enterprise Use Cases. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/hybrid-ai-combining-on-premise-cloud-enterprise-tjlac>
22. Tobin D. Data Transformation Challenge Statistics – 50 Statistics Every Technology Leader Should Know in 2025. URL: <https://www.integrate.io/blog/data-transformation-challenge-statistics/>
23. Amit E. Govrin Cloud, On-Prem, or Hybrid? How To Create Enterprise AI Strategy. URL: <https://www.kubiya.ai/blog/enterprise-ai-strategy>
24. Kutz J. Benefits of a Hybrid Cloud Deployment Model. URL: <https://airbyte.com/data-engineering-resources/benefits-hybrid-cloud-deployment-model>
25. Bhatnagar K. Centralized vs. Decentralized: Choosing the Right Gen AI Operating Model for Your Bank. URL: <https://arya.ai/blog/centralized-vs-decentralized-gen-ai-operating-model>
26. Kharche A. AI CoEs: Centralized vs Federated Models for Scalable Delivery. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/ai-coes-centralized-vs-federated-models-scalable-delivery-kharche-smgef>
27. Companies, 3 Ways to Structure Data Science. URL: <https://domino.ai/blog/3-companies-3-ways-to-structure-data-science>
28. Karthik R. Comparative Analysis of Centralized vs. Decentralized Governance Models for AI-BI in Multi-Cloud Enterprises // Journal of Computer Science and Technology Studies. 2025. № 7(6). P. 873–879. <https://doi.org/10.32996/jcsts.2025.7.103>
29. Nandi M. How to Build an AI Center of Excellence. URL: <https://www.datasciencecentral.com/how-to-build-an-ai-center-of-excellence/>

## From Pilots to Scale: How Hybrid Architectures and Governance Models Shape the Success of AI Adoption in Business

*Pavlova A.V.*

*The Volga State University of Physical Culture, Sports and Tourism (Kazan)*

*Yagudina E.V.*

*Kazan (Volga Region) Federal University*

*The article examines current aspects of practical implementation of artificial intelligence in business processes of modern organizations. The main focus is on analyzing the effectiveness of various technological architectures and organizational management models for AI projects.*

*Based on a study of over 40 practical cases of AI implementation in Russian and international companies, the authors identify key success factors for projects. Particular attention is paid to comparing three main AI deployment models: cloud, on-premises, and hybrid. It is proven that hybrid architecture provides an optimal balance between scalability, security, and cost-effectiveness.*

*The paper also analyzes three main models of AI initiative management: centralized, decentralized, and hybrid hub-and-spoke. It is shown that the latter model is the most effective for scaling AI solutions in large organizations.*

*The practical significance of the research lies in developing an evolutionary trajectory for AI implementation — from a centralized model at initial stages to a hybrid model as the organization matures. The authors emphasize the important role of a multidisciplinary AI Center of Excellence as a strategic body managing the digital transformation process.*

*The research findings can be used by company executives and digital transformation specialists when planning and implementing AI implementation projects.*

*Keywords: artificial intelligence, hybrid architecture, AI deployment model, Center of Excellence, hub-and-spoke model, digital transformation*