



ПРЕЗИДЕНТСКАЯ
АКАДЕМИЯ

XXIII Леонтьевские Чтения

Центр экономической географии и
регионалистики РАНХиГС

География технологий искусственного интеллекта в России

Докладчик:

Земцов Степан Петрович,
д.э.н., директор ЦЭГиР

Санкт-Петербург
14.04.2025

АКТУАЛЬНОСТЬ И ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

- **Новый технологический уклад и старение населения** → повышение спроса на автоматизацию и распространение «безлюдных» технологий: чат-боты, автопилотируемый транспорт, сервисные роботы и т.д.
- **Социальные и иные риски** → около половины работников потребуются **переобучение** (Manyika et al., 2017; Zemtsov, 2020). Высоки риски в старопромышленных центрах
- **Искусственный интеллект (ИИ):** способность машины (робота) самостоятельно обучаться, принимать решения и выполнять творческие действия, свойственные человеческому интеллекту
- **Общий генеративный ИИ: подобно ядерным или космическим технологиям** → отстающие страны рискуют **потерять суверенитет** → внимание правительств
- **Ограничения на доступ к зарубежным технологиям** → **риски отставания России:** компонентная база, литографическое и ИКТ оборудование + риски «**утечки мозгов**»
- **География инноваций** позволяет выявлять и объяснять закономерности создания, распространения и внедрения новых технологий



Цель исследования – оценка потенциала создания и внедрения технологий ИИ в регионах России для определения пространственных приоритетов

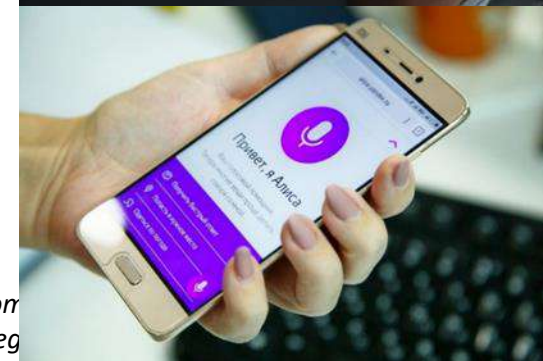


Робот может написать симфонию?

Робот может превратить кусок холста в шедевр искусства?

А ты можешь?

Кадры из фильма «Я, робот»



ГЕОГРАФИЯ ИННОВАЦИЙ ИМЕЕТ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ИИ (!)

- С развитием ИКТ и распространением удаленной занятости возникло заблуждение: **новые технические решения** можно разрабатывать **удаленно от центров науки и технологий**
- С развитием цифровых торговых платформ (Alibaba, Ozon) схожее заблуждение стало характерным и для процессов **распространения технологий**: новый продукт может продаваться по всему миру, а местные потребители не важны.

География инноваций перестала быть значимой → наступила «**смерть географии**» (Han et al., 2018)?

ПОЧЕМУ ЭТО НЕ ТАК

1. Новые **прорывные изобретения**, например ИИ или квантовый компьютер, требуют еще **большей концентрации человеческих, технологических и финансовых ресурсов** → отдельные изобретатели не могут решить весь комплекс проблем
2. **Снижение издержек** на коммуникации **ведет к концентрации научно-технологической деятельности** благодаря глобальной миграции высококвалифицированных кадров и капиталов в места с наиболее благоприятными условиями → рутинные функции распространяются широко (Berger, Frey, 2007), например, доступ к интернету, а уникальные, например, **разработка технологий ИИ**, наоборот, **сосредотачиваются** (преимущественно в США и Китае)
3. Технология должна пройти **стадии инновационного цикла**: научная идея – разработка и внедрение технологии – распространение нового продукта. Для каждой стадии – отдельная подсистема в местной инновационной системе (Asheim et al., 2011; Бабурин, Земцов, 2017) с соответствующими агентами: вузы, НИИ, стартапы, крупные предприятия и потребители. Их **взаимодействие порождает пространство инноваций** (Макаров и др., 2016) → большее число агентов ведет к интенсивному обмену, взаимному обучению и **перетокам знаний** (*knowledge spillovers*) (Пилясов, 2009)
4. **Переток неявных знаний локализован**: от учителя к ученику, от венчурного инвестора к стартаперу. Например, число совместных патентов и цитирований падает при увеличении расстояния между учеными и изобретателями (Zemtsov et al., 2016)



Ускорение разработки, внедрения и распространения технологии ИИ требует географической концентрации всех стадий инновационного цикла

ОТ ГЕОГРАФИИ ИННОВАЦИЙ К ГЕОГРАФИИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

- **Трансфер знаний** из области научных идей в область готовых решений **осуществляют инновационные предприниматели** (Audretsch, Keilbach, 2007; Баумоль, 2013; Земцов, Смелов, 2018) → без них возникают «**инновационные парадоксы**»: много исследователей, изобретателей, научных работ, но нет прорывных продуктов (!)
- В сфере высоких технологий понятия **региональной инновационной системы** и **предпринимательской экосистемы** (Барина и др., 2023) **дополняют друг друга**, так как многие современные продукты создают технологические стартапы (Баумоль, 2013; Zemtsov et al., 2021), а без достаточного **предпринимательского капитала местного сообщества** это затруднительно. Предпринимательская активность **повышает эффективность** инновационной системы по созданию новых технологий (Zemtsov, Kotsemir, 2019)
- Стадии инновационного цикла концентрируются **в кластерах – специализированных предпринимательских экосистемах**: Кремниевая долина (США) – микроэлектроника, ИТ и ИИ, Кембриджский научный парк (Великобритания) – биомедицина, ИКТ, кластер «Чжанцзян» (Шанхай, Китай) – полупроводники и микросхемы, Иннополис (Татарстан) – ИТ
- **Технологическое предпринимательство зависит от делового климата территории** (Zemtsov et al., 2021; Земцов, 2022):
 - ✓ **Агломерационные эффекты**, связанные с размером и разнообразием экономической активности в крупных городах
 - ✓ **Пространственные эффекты**, связанные с близостью центров инноваций (инновационно-географическое положение)
 - ✓ **Социокультурные эффекты**, связанные с укорененностью предпринимательской деятельности в местных сообществах. Например, в России этому способствует университетская среда, где расположены старейшие вузы (Zemtsov et al., 2021)
 - ✓ **Институциональные условия**, связанные с регуляторикой, доступностью капитала, развитостью инфраструктуры поддержки и т.д.
 - ✓ **Доступность интернета и цифровое неравенство**: не только техническая доступность (дата-центры, скоростные линии связи), но и умение использовать ИИ, получать прибыль (Van Dijk, 2020; Zemtsov et al., 2022), поэтому ИИ-продукты пока не могут использоваться повсеместно. Например, при использовании беспилотных автомобилей, виртуальной реальности требуется высокая скорость передачи данных и непрерываемый поток (Blanutsa, 2022)

ФАКТОРЫ СОЗДАНИЯ, ВНЕДРЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для каждой стадии инновационного цикла действуют свои закономерности и **факторы размещения**

Стадия	Факторы	Подтверждения
Создание новации	✓ Концентрация и качество человеческого капитала ✓ Доступность капитала, в т.ч. венчурного ✓ Концентрация неявных знаний и переток знаний ✓ Агломерационные эффекты	Romer, 1990; Griliches, 1989; Zemtsov et al., 2016; Tripathi et al., 2022
Внедрение инновации	✓ Социокультурная укорененность инновационного предпринимательства ✓ Накопленный предпринимательский капитал ✓ Благоприятная институциональная среда	Fritsch et al., 2023; Audretsch, Lehman, 2009; Баринова и др., 2023; Zemtsov et al., 2021
Распространение (потребление) нового продукта	✓ Цифровое неравенство ✓ Доля новаторов – потенциальных потребителей с достаточным уровнем компетенций и ресурсов ✓ Плотность каналов коммуникации внутри экосистемы ✓ Крупный город (иерархическая диффузия)	Rogers, 2002; Blanutsa, 2015; Scheerder, 2017; Zemtsov et al., 2022; Земцов, 2024

ГЕОГРАФИЯ ИИ В США И КИТАЕ: ВЫСОКАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ

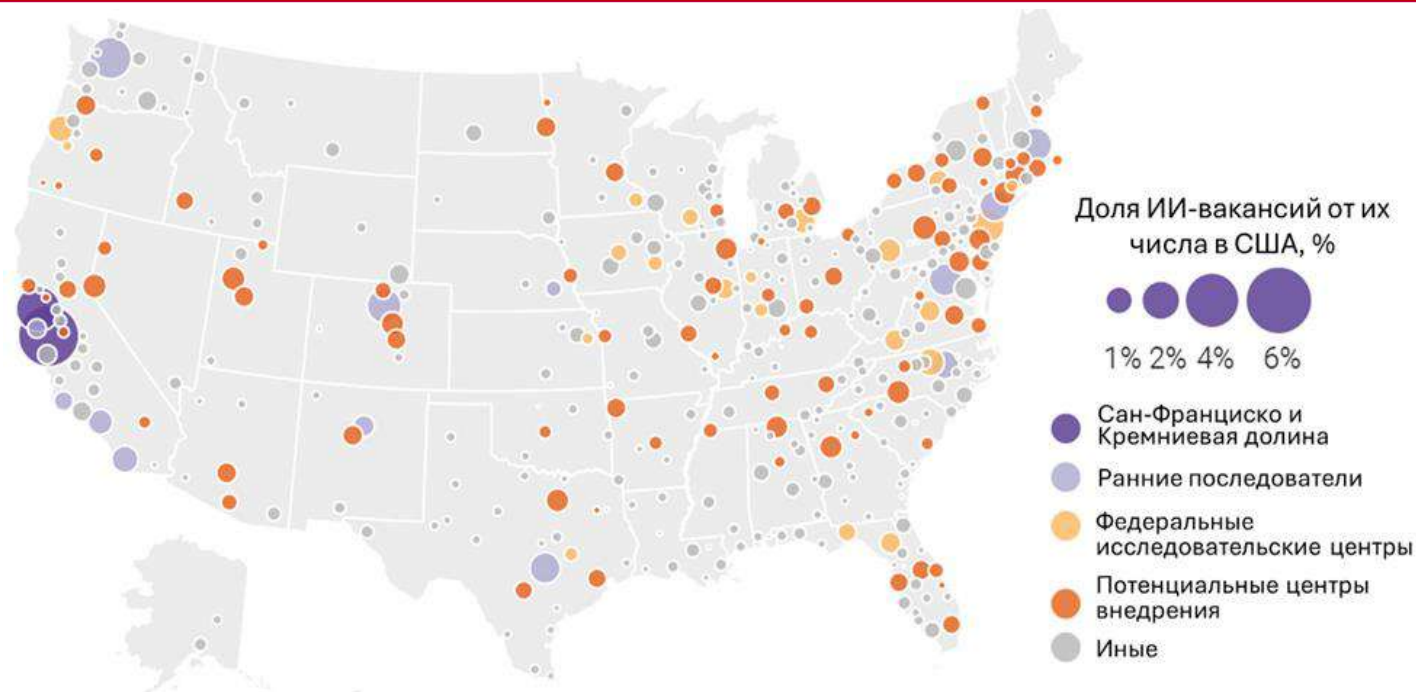
➤ В США ИИ концентрируются в специализирующихся на ИТ научно-технологических центрах (Muro, Liu, 2021) → напрямую связаны с **крупнейшими университетами** и сформированными вокруг них **региональными инновационными и предпринимательскими экосистемами:**

- ✓ Сан-Франциско и Кремниевая долина (Калифорния)
- ✓ Остин и «Кремниевые холмы» (Техас)
- ✓ Бостон и «Шоссе 128» (Массачусетс)

➤ В **15 крупнейших городах** расположено более 70% компаний, более 55% вакансий, создано около 75% всех патентов сферы ИИ в США

➤ В Китае создаются зоны высокотехнологичного развития для ИИ (Tu et al., 2022):

- ✓ **Чжэцзян** (г. Ханчжоу): Alibaba Group
- ✓ **Гуандун** (г. Гуанчжоу, г. Шенчжень): Tencent Holdings, ZTE
- ✓ **Гуйчжоу** (г. Гуйян), где в экспериментальной зоне больших данных имеются офисы, дата-центры и исследовательские центры Huawei, Tencent, Alibaba Group, Foxconn, Microsoft, Qualcomm и Apple



Крупнейшие агломерации	Основные работодатели в сфере ИИ
Сан-Франциско, Сан-Хосе	Stanford, NVIDIA, Alphabet (Google), Salesforce, Facebook
Остин, Техас	Dell, IBM, CrowdStrike, Oracle, Amazon, AMD
Бостон	Oracle, Amazon, Capital One. IBM, Hired, Wayfair
Лос-Анджелес	CrowdStrike, Oracle. Deloitte. IBM. Anthem. Disney
Нью-Йорк	Oracle, IBM, Amazon, Capital One, JPMorgan Chase, Deloitte
Роли-Кэри, Северная Каролина	IBM, Oracle, Deloitte, Lenovo, Applied Research Associates
Сан-Диего, Калифорния	Qualcomm, Oracle, CrowdStrike, Intuit
Сиэтл	Amazon, Microsoft, Facebook, Oracle, Apple
Вашингтон, округ Колумбия.	Capital One, Booz Allen Hamilton, Leidos, IBM
Боулдер, Колорадо.	Oracle, Amazon, Soundhound, Apple
Линкольн, штат Небраска.	American Express, University of Nebraska
Санта-Крус-Уотсонвилл, Калифорния.	CrowdStrike, University of California, Hired, Amazon
Санта-Мария. Калифорния.	CrowdStrike, University of California
Санта-Фе, Нью-Мексико	American Express, Descartes Labs

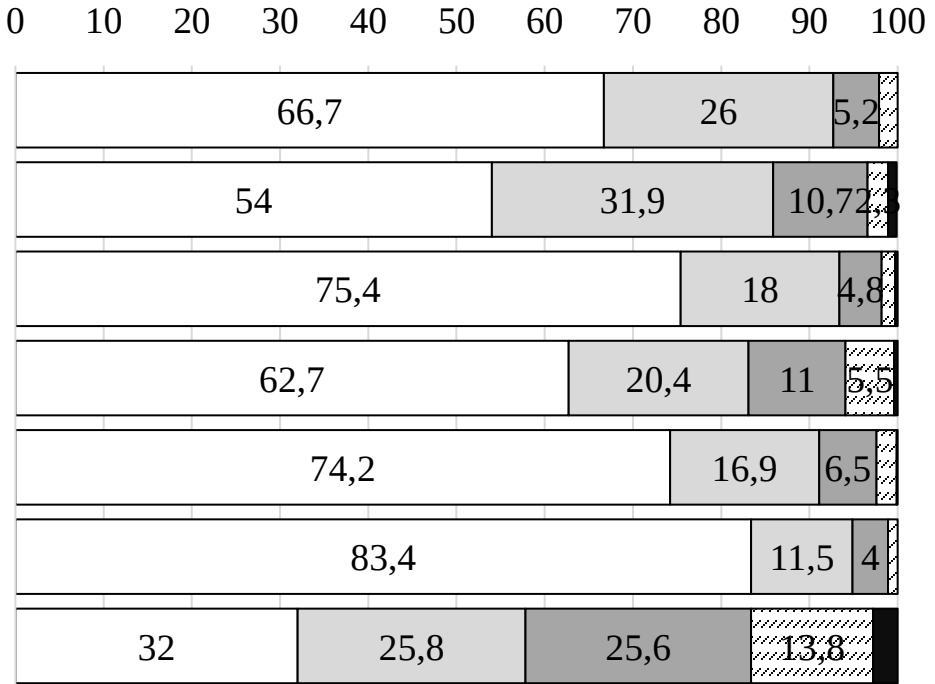
ТИПЫ РЕГИОНОВ ПО ПОТЕНЦИАЛУ СОЗДАНИЯ ИИ

➤ В России **образование в сфере ИИ** можно получить в **21** регионе, **исследования** ведутся в **35**, а **разрабатывают** технологию в **40**

➤ **Рейтинг регионов России** по наличию потенциала для создания технологий ИИ:

- ✓ **уровень научно-технологическое развитие** региона (рейтинг Минобрнауки РФ)
- ✓ **плотность основных элементов** региональной инновационной экосистемы в сфере ИИ (см. график)

Число научно-исследовательских центров ИИ, ед.
Число образовательных программ по ИИ, ед.
Число разработчиков ИИ-решений, ед.
Число компаний-разработчиков ПО, ед.
Число работников в компаниях-разработчиках ПО, чел.
Выручка компаний-разработчиков ПО, млрд руб.
Число используемых технологий ИИ (ППТ), ед.



- Регионы с наиболее высоким потенциалом, в которых регулярно создаются и внедряются новые технологии в области ИИ
- ▒ Регионы со значимым потенциалом, в которых высока вероятность создания и внедрения новых технологий в области ИИ
- Регионы со средним потенциалом, в которых есть возможности для внедрения новых технологий в области ИИ
- ▨ Регионы с низким потенциалом, в которых невысока вероятность создания новых технологий в области ИИ, но есть вероятность постепенного внедрения
- Регионы с минимальным потенциалом создания новых технологий в области ИИ и отдаленными перспективами широкого внедрения

ТИПЫ РЕГИОНОВ ПО ПОТЕНЦИАЛУ СОЗДАНИЯ ИИ

Результаты рейтинга:

- ✓ Высокая концентрация потенциала в крупнейшей агломерации, **Москве**, и нескольких регионах – **креативных ядрах**: Московской области, Санкт-Петербурге, Республике Татарстан и Новосибирской области
- ✓ Выделены **16 креативно-акцепторных центров**, способных как создавать, так и внедрять некоторые технологии ИИ: Свердловская, Нижегородская, Челябинская, Самарская, Томская, Ростовская области, Краснодарский край и др.
- ✓ Преимущественно **акцепторные центры**, использующие передовые производственные технологии ИИ (23 региона): Липецкая, Вологодская области и др.
- ✓ 41 регион с **минимальным** потенциалом



Типы регионов по потенциалу создания технологий ИИ на конец 2023 г.

1 2 3 4 5 Нет данных

Число потенциальных связей между участниками экосистемы ИИ на начало 2024 г., ед.

• 1 - 10 ○ 10 - 100 ○ > 100

Регионы-лидеры в рейтинге зрелости применения ИИ в системе госуправления в 2023 г.

ФАКТОРЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИИ В РЕГИОНАХ РОССИИ

Верификация результатов рейтингования:

- ✓ **Зависимая переменная:** 46 ППТ «Технологии ИИ и/или экспертные системы», ППТ создавались в регионах-лидерах и в Свердловской области
- ✓ **Бинарная логит-модель** позволяет определить степень влияния факторов на вероятность создания (регистрации) в регионе новой технологии ИИ (см. таблица и график вероятности)
- ✓ Используемые показатели и интегральный рейтинг статистически **значимо положительно** влияют на вероятность создания новой технологии ИИ → география инноваций имеет значение (!)
- ✓ **Число потенциальных связей** между участниками экосистемы ↑ вероятность создания новой технологии → важна предпринимательская экосистемы и соответствующие **социокультурные условия в городах и регионах (!)**



Зависимая переменная: создание в регионе передовых производственных технологий в сфере ИТ (1 – да, 0 – нет). Логит-регрессия.									
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Константа	-84* (50)	-4,1*** (0,85)	-4,0*** (0,60)	-1,5e+02 (1,8)	-6,3*** (1,4)	-7,0*** (1,5)	-5,9*** (1,3)	-14*** (4,8)	8,3** (3,3)
Научно-технологический потенциал региона	0,43* (0,25)								
Число исследовательских центров в сфере ИИ		0,53*** (0,12)							
Число образовательных программ ИИ			0,19*** (0,06)						
Число разработчиков ИИ				19*** (0,00)					
Число используемых ППТ					0,21*** (0,073)				
Доля занятых в компаниях по разработке ПО						0,001*** (0,0001)			
Выручка в компаниях по разработке ПО							0,17*** (0,03)		
Число потенциальных связей между контрагентами								0,12** (0,05)	
Потенциал создания технологии ИИ									1,1*** (0,41)
R ²	0,80	0,49	0,42	0,93	0,64	0,81	0,76	0,89	0,86
Критерий Шварца	16,7	28,2	30,9	11,7	22,7	16	18	13	14

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

- На пороге **новой промышленной** и соответствующей ей **предпринимательской революции**: фрилансеры и цифровые стартапы как ответ на вызов технологической безработицы
- **Слабое развитие и невысокий потенциал создания ИИ** в большинстве регионов, за исключением столичных агломераций, Казанской, Новосибирской и Свердловской агломерации
- Классические факторы разработки ИИ, как одной из прорывных технологий, **не могут быть повсеместными: крупнейшие агломерации**, регионы, привлекающие и создающие **человеческий капитал**, с высоким уровнем **цифровизации**, с лучшими **условиями** для ведения **предпринимательской** деятельности, благоприятными институциональными и **социокультурными условиями**

РЕКОМЕНДАЦИИ:

- **Регионы-лидеры** могут получить приоритетное внимание и финансирование. В **акцепторных** регионах преимущество может быть отдано поддержке **автоматизации** производств, а в **отстающих** – повышению **восприимчивости населения** к цифровым технологиям.
- Рост мер **поддержки роботизации производств**: офсетные контракты, инвестиционные вычеты, налоговые льготы, прямые субсидии и льготные кредиты (ФРП) и т.д.
- Поддержка **технологического творчества и предпринимательства**, в т.ч. развитие предпринимательской модели **университетов**
- **Переобучение и переквалификация населения** (STEAM, цифровые технологии, в СПО – +обслуживание роботов) и обучение предпринимательству, в т.ч. в рамках программ центров занятости
- **Снижение цифрового неравенства**: инфраструктура, обучение населения, предпринимателей

- Земцов С.П. Потенциал создания и внедрения технологий искусственного интеллекта в регионах России // Региональные исследования, 2024, 1, 34–47
- Zemtsov S. Sanctions risks and regional development: Russian case // *Baltic Region*. 2024. 1 (16). 23–45
- Земцов С.П., Волошинская А.В. Устойчивость к шокам экономик регионов России в условиях санкций // *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2024. № 3(64). С. 54–83
- Барина В.А., Земцов С.П., Царева Ю.В. В поисках предпринимательства в России. — М.: ИД «Дело» РАНХиГС, 2023.
- Бабулин В.Л., Земцов С.П. Инновационный потенциал регионов России. М.: КДУ, 2017.
- Zemtsov S., Muradov A., Wade I., Barinova V. Determinants of regional innovation in Russia: are people or capital more important? // *Foresight-Russia*. , 2016, 2, 29 – 42.
- Земцов С.П. Технологическое предпринимательство как фактор развития России // ЖНЭА. 2022, № 1 (53), с. 212–223
- Земцов С., Чепуренко А., Михайлов А. Вызовы пандемии для технологических стартапов в регионах России // *Форсайт*. 2021, 4, 61–77.
- Национальный доклад «Высокотехнологичный бизнес в регионах России». 2020 / под ред. С.П. Земцова — М.: РАНХиГС, АИРР, 2020. 119 с.
- Земцов С. и др. Риски цифровизации и адаптация региональных рынков труда // *Форсайт*, 2019, 2(13), 84–96
- Земцов С., Барина В., Семенова Р. Поддержка высоких технологий и инноваций в России// *Инновации*, 2019, 3, 33–44.
- Земцов С., Барина В. Смена парадигмы региональной инновационной политики в России: от выравнивания к «умной специализации» // *Вопросы экономики*, 2016, 10, 65–81
- Zemtsov S., Barinova V., Pankratov A., Kutsenko E. Potential High-Tech Clusters in Russian Regions: From Current Policy to New Growth Areas // *Foresight and STI Governance*, 2016, 3, 34–52