

DOI: 10.15838/ptd.2026.1.141.9

УДК 332.1 | ББК 6/8

© Цзян Лин

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА КИТАЯ С УЧЕТОМ СТАРЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ



**ЦЗЯН ЛИН**

Московский государственный университет

имени М.В. Ломоносова

Москва, Российская Федерация

e-mail: jiangling0411@gmail.com

ORCID: 0009-0000-2789-4559; ResearcherID: OPM-9134-2025

Ускоренное старение населения Китая создает структурные вызовы для экономического роста, усугубляемые значительными региональными дисбалансами в демографической структуре и динамике производительности труда. Цель исследования – анализ ключевых драйверов и ограничений региональной производительности труда с акцентом на количественную оценку влияния старения населения, эффектов пространственного взаимодействия и других факторов в условиях межрегиональной дифференциации. Новизна исследования состоит в синтезе теории старения и пространственной экономики, включении старения как самостоятельного фактора в модель с пространственными эффектами. Для анализа использованы методы расчета индексов Морана для выявления пространственных кластеров и построения SAR-моделей с фиксированными эффектами. Эмпирическая база включает данные Национального бюро статистики Китая за 2001–2022 гг. по 31 провинции. Результатом исследования стала SAR-модель, подтвердившая значимое отрицательное влияние коэффициента демографической нагрузки пожилыми людьми на экономику, при котором каждый 1% роста снижает производительность труда на пять пунктов через сокращение трудовых ресурсов и «размывание капитала». В работе выявлены сильная положительная пространственная зависимость, региональная гетерогенность эффектов и ключевая позитивная роль производительности капитала, что требует трансформации экономической политики в направлении создания инновационных коридоров и инвестиций в человеческий капитал.

Старение населения, средняя производительность труда, экономический рост, пространственные эффекты.

**Для цитирования:** Цзян Лин (2026). Пространственно-эконометрическое моделирование факторов региональной производительности труда Китая с учетом старения населения // Проблемы развития территории. Т. 30. № 1. С. 147–160. DOI: 10.15838/ptd.2026.1.141.9

**For citation:** Jiang Ling (2026). Spatial econometric model of China's regional labor productivity: The role of population aging. *Problems of Territory's Development*, 30(1), 147–160. DOI: 10.15838/ptd.2026.1.141.9

## Введение

Одним из наиболее значимых вызовов настоящего времени является изменение возрастной структуры населения. В частности, на современном этапе общественного развития наблюдается явная тенденция к увеличению доли пожилых людей.

Важно отметить, что эта динамика прогрессирует быстрее, чем изменение других возрастных групп в структуре населения мира. Согласно прогнозным данным Организации Объединенных Наций, к середине XXI столетия в мире доля лиц старше 65 лет достигнет 16% от общей численности жителей. Такая демографическая трансформация будет оказывать значительное влияние на социальную структуру и экономику всех государств.

ООН разработала четкие критерии для оценки степени старения населения в различных странах и регионах мира: доля населения в возрасте 65 лет и старше, превышающая 7%, характеризует общество как «стареющее»; показатель 14% свидетельствует о «глубоком старении», а превышение 21% – о «сверхстарении» населения. Китайская Народная Республика начиная с 2000 года перешла в категорию «стареющих» стран: доля пожилого населения в стране превы-

сила 7%. К 2021 году ситуация усугубилась: доля граждан старше 65 лет достигла 14,19%. Для перехода в Китае к стадии глубокого старения потребовался всего 21 год, что значительно меньше, чем во Франции (126 лет), Великобритании (46 лет) и Германии (40 лет). Кроме того, статистические данные за 2023 год свидетельствуют о том, что демографическая ситуация в Китае продолжает ухудшаться<sup>1</sup>: численность пожилого населения достигла 216 млн человек, что составляет 15,37% от общего числа жителей страны. Это означает, что на каждого четвертого пожилого человека в мире приходится гражданин КНР. По прогнозам демографов, пик старения в Китае придется на 2057 год, когда количество лиц старше 65 лет достигнет 425 млн человек и составит от 32,9 до 37,6% от общей численности населения.

Одновременно с этим наблюдается нарастание коэффициента демографической нагрузки. Данный коэффициент отражает соотношение численности лиц пенсионного возраста (65 лет и старше) к 100 лицам трудоспособного возраста (от 15 до 64 лет). В 2000 году данный показатель составлял почти 10%, в последующие годы его значение непрерывно возрастало (рис. 1).

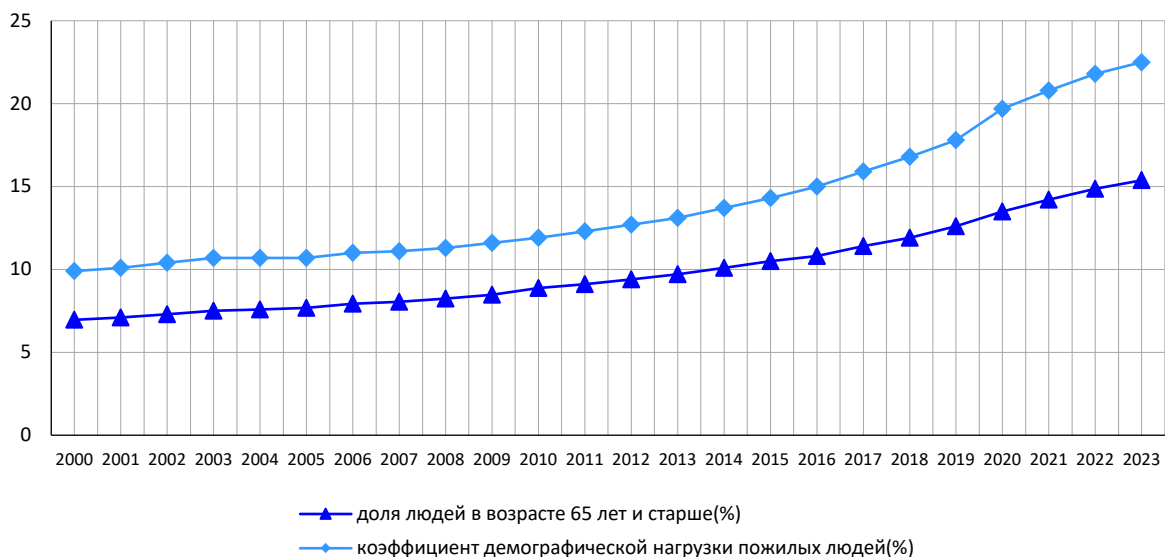


Рис. 1 Показатель старения населения в Китае, 2000–2023 гг.

Источник: stats.gov.cn

<sup>1</sup> Источник: stats.gov.cn.

Работающее население несет огромное бремя по уходу за пожилыми людьми; социальные издержки на этот контингент также растут, что оказывает огромное давление на бюджетные расходы.

Старение населения влечет за собой целый ряд экономических и социальных последствий. С одной стороны, увеличение числа лиц пенсионного возраста ведет к значительному росту расходов на социальное обеспечение (пенсии и медицинское обслуживание), на рынке труда может возникнуть дефицит предложения в связи с сокращением численности населения трудоспособного возраста. С другой стороны, увеличение численности пожилого населения, имеющего финансовые сбережения, может привести к появлению целого ряда отраслей и услуг, ориентированных на возрастных людей (медицинское обслуживание, пенсионные фонды, культурно-досуговая сфера). По прогнозам экспертов, это позволит создать новые рабочие места, стимулировать инновации и обеспечить экономический рост.

### **Влияние демографического старения на экономический рост**

За последние десятилетия демографическое старение превратилось из «долгосрочной перспективы» в актуальный фактор, корректирующий экономические траектории большинства стран, и Китай здесь не исключение. Особенность ситуации в Китае заключается в том, что стремительное старение населения сочетается с невиданным масштабом региональных экономических разрывов, что делает анализ взаимосвязей с производительностью труда особенно сложным. Исследователи давно отмечают, что возрастная структура напрямую влияет на экономику через объем и качество труда – ключевой элемент производительности (Solow, 1956; Bloom et al., 2001). «Демографический дивиденд», который объяснил 15% роста ВВП на душу населения Китая в 1982–2000 гг., был именно результатом роста трудоспособной доли населения и ее эффективности (Bloom, Williamson, 1998; Wang, Mason, 2008). Современные данные

показывают: при доле пожилых (65+) выше 15% этот эффект перерастает в «демографическую нагрузку», что выражается в сокращении работников, снижении инноваций и замедлении производительности, особенно в бедных регионах (Bloom et al., 2010; Kotschy, Bloom, 2023; Maestas et al., 2023).

Анализ на региональном уровне необходим по причине не только пространственных эффектов, но и реальных наглядных механизмов влияния старения, связанных с миграцией, инфраструктурой и кадровыми практиками. Для России Р.В. Кулагин выявил следующую особенность: взвешенные показатели численности занятых в старших возрастных группах не имеют однородного влияния на показатели производительности труда регионов (Кулагин, 2024). Аналогично в других странах исследователи отмечают, что старение снижает адаптивность к технологиям в среднеразвитых регионах, но в богатых компенсируется инвестициями в человека и «серебряную экономику» (Hu et al., 2012; Li, 2013; Кудиньш и др., 2022). В Китае эти различия выходят на экстремальные грани: восточные провинции используют старение как драйвер, привлекая работников через сервисы для пожилых и опытных специалистов (Han, Wang, 2018; Лин, 2025), а западные страдают от все более усугубляющейся нехватки ресурсов и оттока молодежи (Man et al., 2021; Антипова, Чэнь, 2023). Вот почему подобный анализ на региональном уровне не роскошь, а необходимость: без него политика рискует быть неэффективной.

Нужно отметить, что методологические подходы в изучении этой темы развиваются и совершенствуются на протяжении более полувека. Ранние работы полагались на классические производственные функции и панельные данные без учета пространственной связи, что логично и допустимо для национального уровня, но недостаточно для глобального, так как регионы современного мира тесно взаимосвязаны (Solow, 1956; Van Groezen et al., 2005; Wang, Mason, 2008). Современные модели уже учитывают пространство: например, в одной из работ

использовалась модель с пространственным лагом (SLM) для анализа возрастной структуры населения и роста в ней доли пожилых людей в регионах России (Беляков и др., 2025). Но здесь внимание было сосредоточено на общей факторной производительности, а не на производительности труда. Она является не только прямым двигателем экономического роста, но и «первой точкой воздействия» демографического старения населения на экономическую систему, однако существующие исследования не сосредоточены на ключевых механизмах, посредством которых старение напрямую влияет на производительность труда через количество, качество и структуру рабочей силы.

В одной из работ исследователи приблизились к этой проблеме, показав, что старение влияет на производительность через человеческий капитал и инновации (Wu et al., 2025). Другие ученые сделали вывод, что старение снижает производительность в США на 0,9% в год (Maestas et al., 2023). Но их модель не учитывает двух ключевых особенностей Китая: миграцию и спилловер-эффекты, без чего оценки получаются статичными, в то время как реальность китайских регионов динамична. Т.А. Бурцева с коллегами сделали акцент на важность региональной специфики в России, но не использовали пространственные модели, поэтому их выводы о «влиянии старения» остались общими, без количественной оценки того, как соседние регионы влияют друг на друга (Бурцева и др., 2021).

Несмотря на обширный литературный фон, существуют пробелы, которые напрямую связаны с практикой анализа китайских реалий. Во-первых, большинство работ национального и регионального масштаба выполнены без синтеза теории старения и пространственной экономики. Во-вторых, редко кто рассматривает старение как самостоятельный фактор в модифицированных производственных функциях с пространственными эффектами. В одной из недавних работ было отмечено, что именно такой разрыв между демографией и простран-

ственной экономикой мешает разработке адекватной политики. Особенно остро эта проблема стоит в Китае, где старение прогрессирует быстрее, чем в большинстве стран (Goldin et al., 2024).

Новизна данного исследования состоит в синтезе теории демографического старения и пространственной экономики, а также включении старения населения как самостоятельного объясняющего фактора в модифицированные производственные функции с учетом пространственных эффектов, что позволяет заполнить существующий научный пробел при анализе ситуации в Китае на региональном уровне.

### Построение теоретической модели

Для создания теоретической модели важно определить ключевые факторы, влияющие на производительность труда. К ним относятся человеческий капитал (знания и навыки сотрудников), физический капитал (промышленное оборудование и инфраструктура), а также иные ресурсы, необходимые для организации производственного процесса. За последние несколько лет по причине старения населения во всем мире большое внимание уделяется тому, как оценивать влияние коэффициента демографической нагрузки пожилыми людьми (Old Age Dependency Ratio, ODR) на экономический рост. Многие исследования показали, что ODR не только воздействует на предложение на рынке труда, но и на среднюю его производительность, что влияет на его эффективность (Bloom et al., 2010).

Рассмотрим следующую производственную функцию:

$$Y = BL^{1-\alpha}, \quad (1)$$

где:  $Y$  – выпуск;  $B$  – эффективность труда;  $L$  – труд.

Разделив две части уравнения (1) на  $L$ , мы получим функцию средней производительности труда:

$$y = \frac{Y}{L} = BL^{-\alpha}, \quad (2)$$

где  $y$  – средняя производительность труда.

Коэффициент демографической нагрузки пожилыми людьми определяется следующим отношением:

$$ODR = \frac{N_{old-age}}{N_{working-age}},$$

где:

$N_{old-age}$  – количество пожилых людей (65 лет и старше);

$N_{working-age}$  – количество населения трудоспособного возраста (15–64 лет).

Стоит отметить, что старение населения влечет за собой некоторые негативные последствия. В частности, в результате увеличения доли пожилых людей в возрастной структуре населения сокращается численность трудоспособных граждан, что, вероятно, снижает эффективность труда. Кроме того, эффективность труда тесно связана с капиталом. Следовательно, эффективность труда  $B$  можно выразить как:

$$B = f(ODR, K, X),$$

где:

$X$  – вектор переменных, объясняющих уровень производительности труда;

$K$  – капитал.

Объединив указанные элементы, уравнение (2) можно представить в виде:

$$y = \frac{Y}{L} = BL^{-\alpha} = f(ODR, K, X)L^{-\alpha}. \quad (3)$$

Это означает, что средняя производительность труда  $y$  зависит от эффективности труда, на которую влияют  $ODR$ ,  $K$  и другие переменные.

Взяв логарифмы с обеих сторон уравнения (3), получим:

$$\ln y = \ln f(ODR, K, X) - \alpha \ln L. \quad (4)$$

В результате дифференциации уравнения (4) по времени получим:

$$g_y = -\alpha g_L + \beta g_{ODR} + \gamma g_K + \theta g_X, \quad (5)$$

где:

$g_y$  – темп прироста средней производительности труда;

$g_L$  – темп прироста числа занятых;

$g_K$  – темп прироста физических капиталов;

$g_{ODR}$  – темп прироста демографической нагрузки пожилыми.

Рассмотрим темпы роста физических капиталов  $g_K$ . В рамках классической модели Р. Солоу (Solow, 1956) динамическое изменение капитала равно новому инвестированию минус амортизация капитала. При этом в модели предполагается, что новые инвестиции равны произведению нормы сбережений и объема выпуска:

$$\dot{K} = sY - \delta K, \quad (6)$$

где:

$s$  – норма сбережений;

$\delta$  – норма амортизации.

Для дальнейшего анализа факторов, влияющих на  $g_K$ , разделим обе части уравнения (6) на объем капитала:

$$g_K = \frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - \delta. \quad (7)$$

Отсюда видно, что  $g_K$  положительно коррелирует с  $\frac{Y}{K}$ , т. е. получается средняя производительность капитала (average capital productivity, ACP). Исходя из этой тесной связи в данной работе мы можем приближенно использовать производительность капитала для характеристики темпов роста капитала.

Таким образом, уравнение (5) можно представить в виде:

$$g_y = -\alpha g_L + \beta g_{ODR} + \gamma ACP + \theta g_X. \quad (8)$$

Выражение (8) послужит эмпирической базой для построения эконометрических моделей.

### Методика расчета АСР

Поскольку официальные статистические данные о запасе капитала в Китае не публикуются (доступны только данные об объемах вложений в основной капитал), динамика запаса капитала в рамках модели Р. Солоу выглядит следующим образом:

$$\dot{K}(t) = I(t) - \delta K(t). \quad (9)$$

Решив дифференциальное уравнение (9), получим:

$$K(t) = K_0 e^{-\delta(t_0-t)} + e^{-\delta t} \int_{t_0}^t I(\tau) e^{-\delta \tau} d\tau, \quad (10)$$

где:

$t_0$  – базовый год;

$K_0$  – запас капитала в этом году, который аппроксимируется объемом вложений в основной капитал за этот год.

Когда временной интервал между базовым годом  $t_0$  и исследуемым годом достаточно велик, первая часть уравнения (10) приближается к нулю, что позволяет уменьшить ошибку, обусловленную неточной оценкой  $K_0$ .

Базовым годом в исследовании принят 1982 год. Для провинций Хайнань и Чунцин, образованных позднее, базовые годы – 1988 и 1997 соответственно. Период анализа охватывает 2001–2022 гг.

### Данные и эконометрическая модель

В целях проведения регрессионного анализа были использованы панельные данные официального сайта Национального бюро статистики Китая по 31 провинции с 2001 по 2022 год.

Во избежание проблем эндогенности, связанных с использованием количества занятых, в качестве регрессора в данном исследовании была выбрана доля занятых в общей численности населения.

В соответствии с уравнением (8) базовая модель регрессии принимает вид:

$$Gr_{ALP_{i,t}} = Gr_{L_{i,t}} + Gr_{ODR_{i,t}} + ACP_{i,t} + Gr_{N_{i,t}} + Gr_{ODR_{i,t}} * Gr_{L_{i,t}}. \quad (11)$$

Предложенная модель позволяет оценить влияние различных факторов на динамику производительности труда в регионе  $i$  за период  $t$ . Зависимой переменной ( $Gr_{ALP_{i,t}}$ ) является темп прироста реальной средней производительности труда. В качестве основных предикторов рассматриваются показатели, характеризующие демографическую ситуацию (темп прироста демографической нагрузки пожилыми людьми,  $Gr_{L_{i,t}}$ ), занятость населения (темп прироста доли занятых,  $Gr_{ODR_{i,t}}$ ) и эффективность использования капитала (темп прироста производительности капитала,  $ACP_{i,t}$ ). В модель также включены контролирующие переменные, в том числе темп прироста общей численности населения ( $Gr_{N_{i,t}}$ ) и член взаимодействия, отражающий совместное влияние демографических факторов и занятости ( $Gr_{ODR_{i,t}} * Gr_{L_{i,t}}$ ). Для учета неконтролируемых факторов, влияющих на производительность труда, введены фиксированные ( $\mu_i$ ) и временные ( $\rho_t$ ) эффекты, а также случайная ошибка ( $\varepsilon_{it}$ ).

Для контроля ряда иных факторов экономического развития в модель были включены дополнительные переменные: темп прироста совокупного экспорта и импорта в ВРП, темп прироста числа выданных заявок на патенты на отечественном рынке; темп прироста реальных депозитных ставок, темп прироста реальных цен на нефть. Тем не менее большая часть дополнительных переменных не оказала значимого влияния на результаты. Полный список переменных и их характеристики представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Список переменных регрессий

Показатель	Обозначение в моделях
Темп прироста реальной средней производительности труда	$Gr_{ALP_{i,t}}$
Реальная средняя производительность труда (в ценах 2000 г.), юаней/чел.	$ALP$
Темп прироста демографической нагрузки пожилых людей	$Gr_{ODR_{i,t}}$
Темп прироста доли населения занятых	$Gr_{L_{i,t}}$
Средняя производительность капитала, Y/K	$ACP$
Темп прироста общей численности населения	$Gr_{N_{i,t}}$
Член взаимодействия темпов роста старения и темпов роста занятых	$Gr_{ODR_{i,t}} * Gr_{L_{i,t}}$

Таблица 2. Статистика

	Mean	Median	Maximum	Minimum	SD	Obdervations
Gr_ALP	0.0860	0.0852	0.3073	-0.1437	0.0493	682
Gr_ODR	0.0354	0.0358	0.3247	-0.3678	0.0851	682
Gr_L	0.0078	0.0056	0.9709	-0.3015	0.0492	682
ACP	0.3494	0.3404	0.8330	0.1030	0.1534	682
Gr_N	0.0061	0.0053	0.0562	-0.0571	0.0119	682
Рассчитано по: <a href="https://data.stats.gov.cn/english">https://data.stats.gov.cn/english</a>						

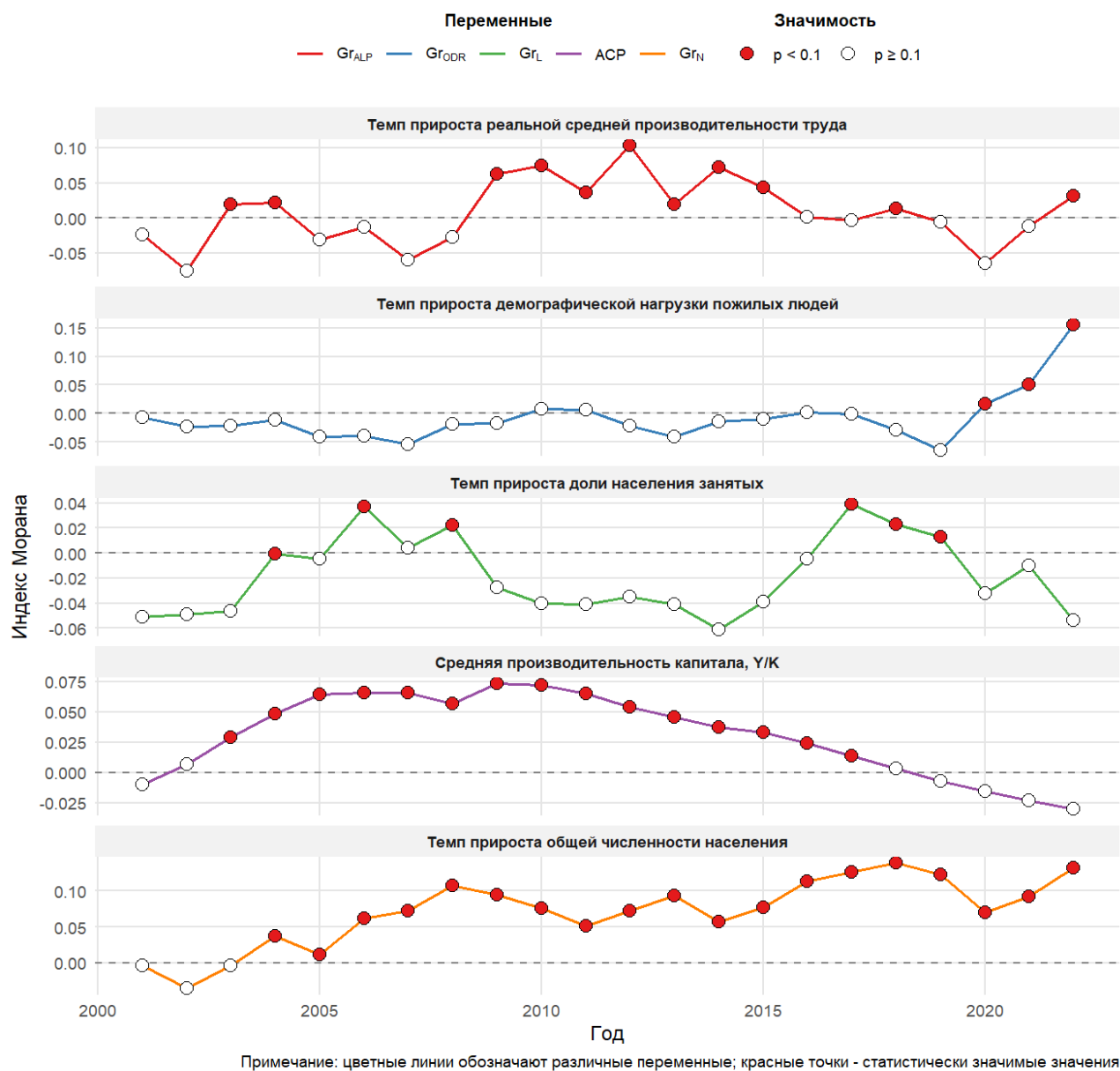
### Тест на пространственную корреляцию

Игнорирование пространственной зависимости регионального экономического развития провоцирует смещения в модельной спецификации и снижает валидность выводов (Anselin, 1988). Для тестирования пространственной автокорреляции переменных в исследовании применяется индекс Морана (Moran's I) со значениями в диапазоне  $[-1, 1]$ . Положительные значения индекса указывают на положительную пространственную автокорреляцию, отрицательные – на отрицательную, а показатели, близкие к нулю, свидетельствуют об отсутствии такой автокорреляции (Moran, 1950).

Расчеты основаны на матрице пространственных весов, сформированной по прин-

ципу обратных географических расстояний ( $W_{i,j} = \frac{1}{d_{i,j}}$ , где  $d_{i,j}$  – расстояние между областями  $i$  и  $j$ ). Результаты (рис. 2) подтверждают значимую пространственную кластеризацию ключевых показателей. К ним относятся темп прироста реальной средней производительности труда, средняя производительность капитала и темпы роста населения. При этом коэффициент роста демографической нагрузки пожилыми демонстрирует статистически незначимую автокорреляцию в большинстве периодов. Однако визуальный анализ его пространственного распределения (рис. 3) показывает иную картину. Паттерны на карте позволяют выявить пространственные взаимосвязи.

### Динамика пространственной автокорреляции основных переменных (2001–2022 гг.)



**Рис. 2. Динамика индекса Морана переменных**

Рассчитано по: <https://data.stats.gov.cn/english>



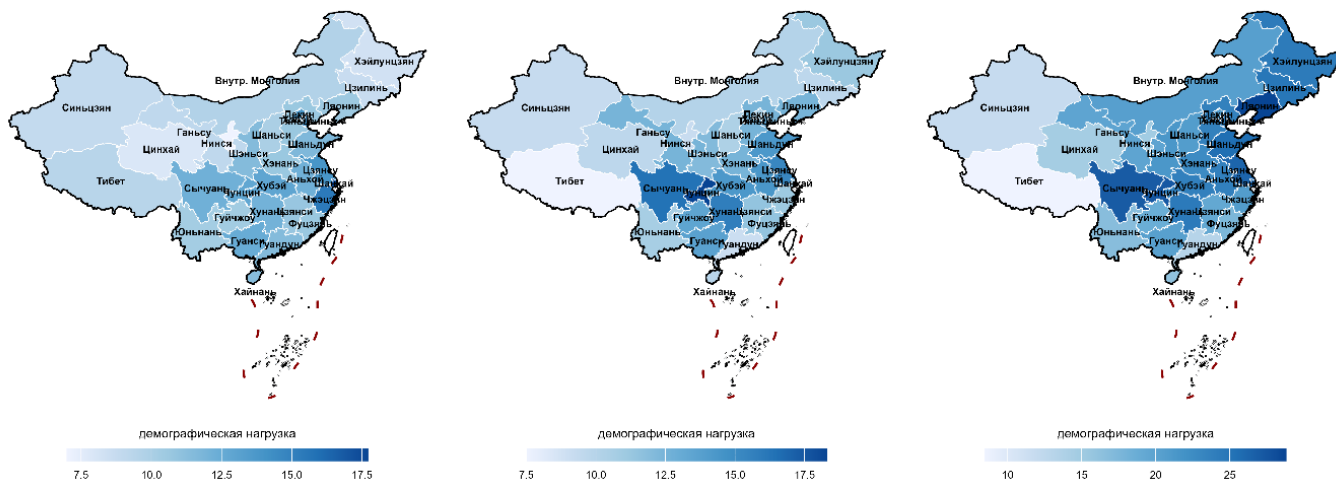
## Динамика демографической нагрузки пожилыми в Китае (2002–2022 гг.)

Коэффициент демографической нагрузки пожилыми

2002 г.

2012 г.

2022 г.



Темпы прироста коэффициента демографической нагрузки пожилыми

2002 г.

2012 г.

2022 г.

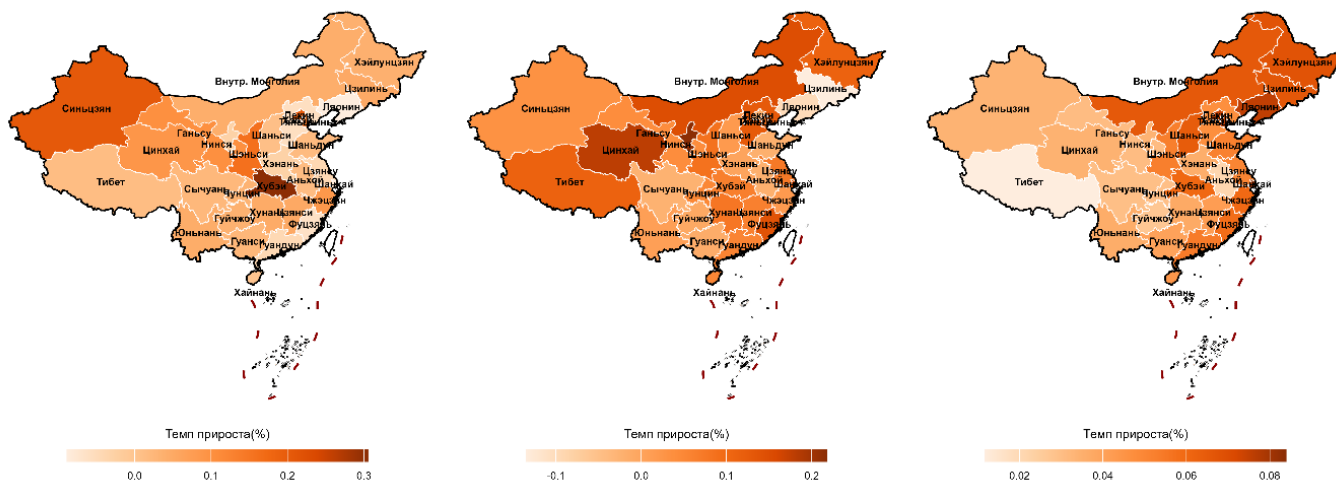


Рис. 3. Динамика демографической нагрузки пожилыми в Китае

Составлено по: <https://data.stats.gov.cn/english>

### Результаты и обсуждение

В таблице 3 представлены результаты регрессионных оценок. Для проверки на мультиколлинеарность был рассчитан коэффициент инфляции дисперсии (VIF). Все полученные значения VIF не превышают 10, что свидетельствует об отсутствии существенной мультиколлинеарности. Выбор оптимальной спецификации модели осуществлен на основе робастных тестов множителей Лагранжа (LM), результаты которых указывают на предпочтительность модели пространственной авторегрессии (SAR) по сравнению с моделью пространственной ошибки (SEM). Для контроля ненаблюдаемой региональной неоднородности и временных эффектов, влияющих на производительность труда, оценка проводилась на основе модели SAR с фиксированными эффектами. Таким образом, следует создать модель с пространственным лагом и с фиксированными эффектами:

$$Gr_{ALP_{i,t}} = \lambda (W * Gr_{ALP_{j,t}}) + \beta Gr_{ODR_{i,t}} + \alpha_1 Gr_{L_{i,t}} + \alpha_2 ACP_{i,t} + \alpha_3 Gr_{N_{i,t}} + \alpha_4 Gr_{ODR_{i,t}} * Gr_{L_{i,t}} + \mu_i + \rho_t + \varepsilon_{it}, \quad (12)$$

где:

$\lambda$  – коэффициент пространственной авторегрессии;

$W$  – нормированная матрица весов;

$(\mu_i)$  – индивидуальные эффекты;

$(\rho_t)$  – временные эффекты;

$(\varepsilon_{it})$  – случайные ошибки модели.

Модели 1 и 2 включают пространственный лаг (SAR) с индивидуальными и временными эффектами соответственно. Модели 3 и 4 представляют собой стандартные панельные регрессии с теми же эффектами для сравнения. Устойчивость ключевых коэффициентов при изменении спецификации подтверждает надежность основных выводов.

Статистически значимый коэффициент пространственной автокорреляции  $\lambda$  (0.72\*\*\*, модель 1) подтверждает сильную положительную пространственную зависимость между регионами, отражающую спилловер-эффект – диффузию технологий и капитала из прибрежных кластеров во внутренние провинции. При контроле временных эффектов  $\lambda$  снижается (0.19\*, модель 2), но сохраняет значимость. Это подчеркивает важность региональной кластеризации, особенно на фоне политики «Go West», что требует скоординированных межрегиональных подходов.

Влияние демографических факторов демонстрирует сложную динамику. Коэффициент при темпе роста демографической нагрузки ( $Gr_{ODR_{i,t}}$ ) устойчиво отрицателен во всех спецификациях. Этот результат подтверждает сдерживающее влияние старения населения на производительность труда. Параллельно рост занятости ( $Gr_{L_{i,t}}$ ) также демонстрирует отрицательный эффект, вероятно, из-за «разбавления капитала» при притоке низкоквалифицированной рабочей силы.

Таблица 3. Результаты регрессионных оценок

Объясняющие переменные	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4
Spatial autoregressive coefficient ( $\lambda$ )	0.72***	0.19*		
$Gr_{ODR_{i,t}}$	-0.05***	-0.04**	-0.10***	-0.04**
$Gr_{L_{i,t}}$	-0.34***	-0.37***	-0.32***	-0.37***
$ACP_{i,t}$	0.06***	0.03**	0.14***	0.03**
$Gr_{N_{i,t}}$	-0.29*	-0.35***	-0.2	-0.35***
$Gr_{ODR_{i,t}} * Gr_{L_{i,t}}$	1.83**	1.99***	1.97***	2.02***
Индивидуальные эффекты	Да		Да	
Временные эффекты		Да		Да

Примечание. \*\*\*, \*\*, \* – значимость на уровне 1, 5, 10% соответственно.

Источник: составлено автором.

Особый интерес представляет взаимодействие демографических факторов. Положительный коэффициент при производстве  $Gr_{ODR_{i,t}} * Gr_{Li,t}$  указывает на компенсаторный механизм: рост занятости смягчает негативное влияние старения. Однако современная демографическая динамика (сокращение рабочей силы + ускоренное старение) нейтрализовала этот буферный эффект.

Кроме того, коэффициент  $Gr_{Ni,t}$  в большинстве моделей существенно отрицателен. Это означает, что в текущих экономических и социальных условиях быстрое увеличение численности населения будет сдерживать рост производительности труда. Этот тормозящий эффект может быть обусловлен такими факторами, как увеличение нагрузки на распределение ресурсов, вызванное ростом населения, и снижение объема ресурсов на душу населения.

Средняя производительность капитала ( $ACP_{i,t}$ ) остается мощным драйвером: значимый положительный коэффициент согласуется с инвестиционно ориентированной моделью роста Китая.

Исследование подтверждает фундаментальную зависимость средней производительности труда в Китае от демографических сдвигов. Ускоренное старение населения, лишившееся компенсации за счет демографического дивиденда, представляет серьезный структурный вызов. При этом учет пространственных взаимосвязей остается критически важным условием для корректного моделирования региональной экономической динамики.

Данные выводы требуют стратегических мер. Интенсификация инвестиций в НИОКР и цифровизацию должна сопровождаться усилением пространственных взаимодействий для диффузии инноваций; параллельно следует повышать качество человеческого капитала. Такой комплексный подход подчеркивает необходимость перехода от традиционной экстенсивной модели роста, основанной на дешевой рабочей силе и объемных инвестициях, к интенсивной модели. Новая парадигма должна базироваться на

технологических инновациях и эффективном использовании ресурсов.

### Заключение

Таким образом, исследование методами пространственной эконометрики позволило выявить ключевые драйверы и ограничения региональной производительности труда в Китае. Эмпирические результаты подтверждают три принципиальных вывода.

Во-первых, пространственная зависимость существенно влияет на экономический ландшафт. Стабильно положительные и статистически значимые коэффициенты авторегрессии свидетельствуют о выраженных эффектах технологической диффузии и межрегионального перетока капитала.

Во-вторых, демографические изменения создают двойную нагрузку на производительность труда через сокращение трудовых ресурсов и увеличение социальных расходов, что подтверждается всеми моделями. Одновременно экстенсивное расширение занятости провоцирует «размывание капитала», отражающее тормозящее влияние низкоквалифицированной рабочей силы. Критически важно, как сохраняется компенсаторный эффект взаимодействия старения и роста занятости в современных условиях.

В-третьих, производительность капитала остается наиболее устойчивым позитивным фактором. Данный результат подтверждает действенность инвестиционно-ориентированной модели, но обнажает риски ее устойчивости.

Выводы исследования диктуют необходимость двойной трансформации политики: технологическая модернизация требует преодоления административных барьеров через создание инновационных коридоров «побережье – внутренние регионы», а инвестиции в человеческий капитал должны заместить ориентацию на количественные показатели. Целевая переподготовка старших возрастных групп и гибкие пенсионные механизмы способны частично нивелировать демографическое давление.

Ограничением исследования стало отсутствие дифференциации пожилого населения по уровню квалификации, что требует дальнейшего изучения с привлечением микроданных. Тем не менее результаты однозначно указывают: переход от экстенсив-

ной модели к экономике инноваций и кооперации, оптимизирующей ресурсы через пространственную интеграцию и развитие человеческого потенциала, становится императивом преодоления структурных вызовов ускоренного старения населения.

## ЛИТЕРАТУРА

- Антипова Е.А., Чэнь Л. (2023). Территориальная дифференциация демографического старения населения Китая в XXI в. URL: <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2023-1-3-18>
- Беляков А.О., Курбацкий А.Н., Приймак И.И. (2025). Связь динамики общей факторной производительности с возрастной структурой населения регионов России // Экономика региона. Т. 21. № 1. С. 116–135.
- Бурцева Т.А., Френкель А.А., Тихомиров Б.И., Сурков А.А. (2021). Анализ влияния факторов на региональную производительность труда // Экономика и предпринимательство. № 7. С. 132.
- Кулагин Р.В. (2024). Влияние возрастной структуры населения на производительность труда и изобретательскую активность регионов России // Экономика, предпринимательство и право. Т. 14. № 8. С. 4689–4704.
- Кудиньш Я., Комарова В., Чижо Э. (2022). Влияние старения рабочей силы на производительность экономики // Вестник Витебского государственного технологического университета. № 1 (42). С. 181–196.
- Лин Ц. (2025). Исследование пространственно-временных связей между старением населения и экономическим развитием в регионах Китая // Пространственная экономика. Т. 21. № 1. С. 112–135. DOI: 10.14530/se.2025.1.1120135
- Anselin L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Vol. 4. Springer Science & Business Media.
- Bloom D.E., Canning D., Fink G. (2010). Implications of population ageing for economic growth. *Oxford Review of Economic Policy*, 26(4), 583–612. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxrep/grq038>
- Bloom D.E., Canning D., Sevilla J.P. (2001). *Economic Growth and the Demographic Transition*. DOI: <https://doi.org/10.3386/w8685>
- Bloom D.E., Williamson J.G. (1998). Demographic transitions and economic miracles in emerging Asia. *The World Bank Economic Review*, 12(3), 419–455. DOI: <https://doi.org/10.1093/wber/12.3.419>
- Goldin I. et al. (2024). Why is productivity slowing down? *Journal of Economic Literature*, 62(1), 196–268.
- Han X., Li J., Wang N. (2018). Spatiotemporal evolution of Chinese ageing from 1992 to 2015 based on an improved Bayesian space-time model. *BMC Public Health*, 18, 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5417-6>
- Hu Angang, Liu Shenglong, Ma Zhenguo (2012). Population aging, population growth and economic growth – empirical evidence from China’s provincial panel data. *Population Research*, 36(3), 14–26. (In Chinese).
- Kotschy R., Bloom D.E. (2023). *Population Aging and Economic Growth: From Demographic Dividend to Demographic Drag?*
- Li Zhihong (2013). Analysis of the positive effects of population aging on my country’s economic and social development. *Research on Aging Science*, 7, 3–12 (in Chinese)
- Maestas N., Mullen K.J., Powell D. (2023). The effect of population aging on economic growth, the labor force, and productivity. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 15(2), 306–332.

- Man W., Wang S., Yang H. (2021). Exploring the spatial-temporal distribution and evolution of population aging and social-economic indicators in China. *BMC Public Health*, 21. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11032-z>
- Moran P. A.P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1/2), 17–23. DOI: <https://doi.org/10.2307/2332142>
- Solow R.M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. DOI: <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Van Groezen B., Meijdam L., Verbon H.A.A. (2005). Serving the old: Ageing and economic growth. *Oxford Economic Papers*, 57(4), 647–663. DOI: <https://doi.org/10.1093/oep/gpi035>
- Wang F., Mason A. (2008). *The Demographic Factor in China's Transition*.
- Wu C., Cao Y., Xu H. (2025). How population aging drives labor productivity: evidence from China. *Sustainability*, 17(11), 5046.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Цзян Лин – аспирант, Московская школа экономики, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Российская Федерация, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1; e-mail: [jiangling0411@gmail.com](mailto:jiangling0411@gmail.com))

Jiang Ling

## SPATIAL ECONOMETRIC MODEL OF CHINA'S REGIONAL LABOR PRODUCTIVITY: THE ROLE OF POPULATION AGING

*The accelerated aging of China's population poses structural challenges to economic growth, compounded by significant regional imbalances in demographic structure and labor productivity dynamics. The aim of the study is to analyze the key drivers and constraints of regional labor productivity with an emphasis on quantifying the impact of population aging, spatial interaction effects, and other factors in the context of interregional differentiation. The novelty of the research lies in the synthesis of the theory of aging and spatial economics, the inclusion of aging as an independent factor in the model with spatial effects. For the analysis, the methods of calculating Moran indices were used to identify spatial clusters and build SAR models with fixed effects. The empirical database includes data from the National Bureau of Statistics of China for 2001–2022 for 31 provinces. The result of the study was a SAR model that confirmed the significant negative impact of the demographic burden coefficient of older people on the economy, in which every 1% increase reduces labor productivity by five points through a reduction in labor resources and “dilution of capital”. The paper reveals a strong positive spatial dependence, regional heterogeneity of effects and the key positive role of capital productivity, which requires the transformation of economic policy towards the creation of innovation corridors and investments in human capital.*

*Population aging, average labor productivity, economic growth, spatial effects.*

## REFERENCES

- Anselin L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Vol. 4. Springer Science & Business Media.
- Antipova E.A., Chen L. (2023). *Territorial'naya differentsiatsiya demograficheskogo stareniya naseleniya Kitaya v KHKHI v.* [Territorial Differentiation of Demographic Aging of the Chinese Population in the 21st Century]. Available at: <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2023-1-3-18>
- Belyakov A.O., Kurbatskii A.N., Priimak I.I. (2025). The relationship between the dynamics of total factor productivity and the age structure of the population of Russian regions. *Ekonomika regiona=Economy of Regions*, 21(1), 116–135 (in Russian).

- Bloom D.E., Canning D., Fink G. (2010). Implications of population ageing for economic growth. *Oxford Review of Economic Policy*, 26(4), 583–612. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxrep/grq038>
- Bloom D.E., Canning D., Sevilla J.P. (2001). *Economic Growth and the Demographic Transition*. DOI: <https://doi.org/10.3386/w8685>
- Bloom D.E., Williamson J.G. (1998). Demographic transitions and economic miracles in emerging Asia. *The World Bank Economic Review*, 12(3), 419–455. DOI: <https://doi.org/10.1093/wber/12.3.419>
- Burtseva T.A., Frenkel' A.A., Tikhomirov B.I., Surkov A.A. (2021). Analysis of the impact of factors on regional labor productivity. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 7, 132 (in Russian).
- Goldin I. et al. (2024). Why is productivity slowing down? *Journal of Economic Literature*, 62(1), 196–268.
- Han X., Li J., Wang N. (2018). Spatiotemporal evolution of Chinese ageing from 1992 to 2015 based on an improved Bayesian space-time model. *BMC Public Health*, 18, 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5417-6>
- Hu Angang, Liu Shenglong, Ma Zhenguo (2012). Population aging, population growth and economic growth – empirical evidence from China's provincial panel data. *Population Research*, 36(3), 14–26 (in Chinese).
- Kotschy R., Bloom D.E. (2023). *Population Aging and Economic Growth: From Demographic Dividend to Demographic Drag?*
- Kudins Ya., Komarova V., Chizho E. (2022). The impact of the aging workforce on economic productivity. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*, 1(42), 181–196 (in Russian).
- Kulagin R.V. (2024). The influence of the age structure of the population on labor productivity and inventive activity in Russian regions. *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo*, 14(8), 4689–4704 (in Russian).
- Li Zhihong (2013). Analysis of the positive effects of population aging on my country's economic and social development. *Research on Aging Science*, 7, 3–12 (in Chinese).
- Ling Jiang (2025). Exploring the spatial-temporal relationship between population aging and economic development in China. *Prostranstvennaya ekonomika=Spatial Economics*, 21(1), 112–135. DOI: 10.14530/se.2025.1.1120135 (in Russian).
- Maestas N., Mullen K.J., Powell D. (2023). The effect of population aging on economic growth, the labor force, and productivity. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 15(2), 306–332.
- Man W., Wang S., Yang H. (2021). Exploring the spatial-temporal distribution and evolution of population aging and social-economic indicators in China. *BMC Public Health*, 21, 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11032-z>
- Moran P.A.P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1/2), 17–23. DOI: <https://doi.org/10.2307/2332142>
- Solow R.M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. DOI: <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Van Groezen B., Meijdam L., Verbon H.A.A. (2005). Serving the old: Ageing and economic growth. *Oxford Economic Papers*, 57(4), 647–663. DOI: <https://doi.org/10.1093/oep/gpi035>
- Wang F., Mason A. (2008). *The Demographic Factor in China's Transition*.
- Wu C., Cao Y., Xu H. (2025). How population aging drives labor productivity: Evidence from China. *Sustainability*, 17(11), 5046.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Jiang Ling – graduate student, Moscow School of Economics, Lomonosov Moscow State University (1, Leniskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation; e-mail: [jiangling0411@gmail.com](mailto:jiangling0411@gmail.com))