



Population Processes

Issued since 2016

E-ISSN 2500-1051
2025. 10(1). Issued once a year

EDITORIAL BOARD

Natolochnaya Olga – Cherkas Global University, Washington, USA (Editor in Chief)

Alekseenko Aleksandr – S. Amanzholov East Kazakhstan State University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Delić Nino – Institute of History, Belgrade, Serbia

Kashkin Sergei – Kutafin Moscow State Law University, Moscow, Russian Federation

Rajović Goran – Cherkas Global University, Washington, USA

Sarychev Gennadii – Moscow Department of the Russian Ministry of Interior, Moscow, Russian Federation

Shumilov Vladimir – Russian Foreign Trade Academy, Moscow, Russian Federation

Tišliar Pavol – Comenius University, Bratislava, Slovakia

Journal is indexed by: CrossRef (USA), OAJI (USA)

All manuscripts are peer reviewed by experts in the respective field. Authors of the manuscripts bear responsibility for their content, credibility and reliability.

Editorial board doesn't expect the manuscripts' authors to always agree with its opinion.

Postal Address: 13906, Polarstone Ct.,
Houston, TX, USA 77044

Release date 23.12.25.
Format 21 × 29,7/4.

Website: <https://pp.cherkasgu.press>
E-mail: office@cherkasgu.press

Headset Georgia.

Founder and Editor: Cherkas Global
University

Order № 11.

Population Processes

2025

Is. 1

© Population Processes, 2025

CONTENTS

Articles

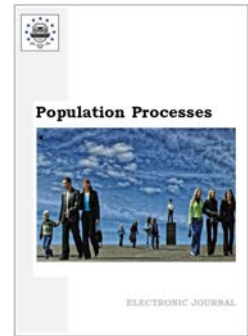
TIPS Strategies in the Development of Lensless Optical Systems: From Engineering to a Demographically Coordinated Social Economy O.V. Gradov	3
Population of the Village of Dubovik, Kostroma Province, in the mid-19th century: According to the Census Records of 1850 and 1858 T.M. Khusyainov	25
The Impact of Artificial Intelligence on the Religious Sphere: International Experience, Ethical Challenges, and Age-Specific Considerations A.O. Litvyakova, Ju.S. Nokhrina, M.Y. Samburova, R.V. Faizullin	38
Sergei Yakovlevich Mitiukov and His Male Descendants N.W. Mitiukov, A.N. Mitiukova	44
Smart Cities as a Factor of Demographic Stability: Trends in Technological Integration for Resource Management and Development A.D. Mulyndin, S.A. Shikhova, V.Yu. Mironov, A.A. Milenkay	53

Copyright © 2025 by Cherkas Global University



Published in the USA
Population Processes
Issued since 2014.
E-ISSN: 2500-1051
2025. 10(1): 3-24

DOI: 10.13187/popul.2025.1.3
<https://pp.cherkasgu.press>



Articles

TIPS Strategies in the Development of Lensless Optical Systems: From Engineering to a Demographically Coordinated Social Economy

Oleg V. Gradov ^{a, *}

^a FRC CP RAS, Russian Federation

Abstract

The transition from the Asian mass production and extensive economies to knowledge-intensive, high-precision technologies is crucial as manufacturing shifts backward from Asia to Europe and USA. This shift not only reflects a change in geographical production line but also a fundamental transformation in the nature of labor and economic structure. In Asia (excluding contemporary China and, partly, "East Asian Tigers"), mass production relies heavily on low-cost labor performing repetitive tasks. This approach allows for high output at lower costs, but it often lacks innovation and efficiency. In contrast, Europe has the opportunity to embrace advanced technologies that focus on precision, automation, and knowledge-based processes. By adopting these high-tech methods, European industries can enhance productivity, improve product quality, and reduce environmental impact. However, the challenge lies in the scale of operations that Asian manufacturers are currently performing. The vast workforce in Asia can handle extensive production lines and high-volume tasks, which would require a significant portion of Europe's economically active population if implemented in the same way. Given that Europe's population (< 753 000 000 in 2024) is 6.4 times smaller than that of many Asian countries (> 4 800 000 000 in 2024), replicating such mass production practices would be impractical and unsustainable. Instead, Europe must leverage its strengths in research and development, innovation, and skilled labor to create a more sustainable economic model. By investing in high-tech solutions and fostering a culture of continuous improvement and learning, European industries can create jobs that are not only more fulfilling but also better aligned with the future of work. In conclusion, the shift from an extensive economy to a knowledge-based economy is not merely a matter of relocating production; it is about redefining how we think about manufacturing and labor. By prioritizing high-precision technologies and innovation, Europe can carve out a competitive advantage while ensuring a more sustainable and prosperous future for its workforce. The text considers conventional lens-less microscopy as an example of proposed approach that can be extended to other devices based on similar optical principles. This ensures the universality of the proposed approach and its applicability in various lens-less instrumentation fields.

Keywords: TIPS, Asian mass production, extensive economies, labor and economic structure, Asian demography, European demography, re-industrialization, lens-less instrumentation industry, lens-less microscopy.

* Corresponding author

E-mail addresses: o.v.gradov@gmail.com (O.V. Gradov)

1. Введение

Основными путями качественной экономии/понижения себестоимости в приборостроении являются уменьшение числа сборочных операций и иных стадий технологического процесса, а также сопряженное с этим уменьшение числа деталей/компонентов, на компоновку которых тратится время (Issa, Eid, 2013), человеческий ресурс (Pudlowski, 2009), фонд оплаты труда (Hollander, 1984; Donoghue, 1997), амортизационные расходы (Obimah, 2018). Следовательно, любое не влияющее на функциональность продукта либо его надежность/робастность уменьшение числа деталей является принципом экономии не только на компонентах, но и на иных сопутствующих сборке статьях расхода. Такие решения, как переход к отверточной сборке, являются экономически-эффективными лишь в аспекте труда, так как сборка чего-либо из уже готовых деталей не отрицает то, что эти детали должны быть где-либо произведены до этого (даже при меньших расходах фонда оплаты труда). Так как перенос досборочных частей технологического процесса в организации и страны с более низкой оплатой труда (как правило – развивающиеся страны) столь же решает проблему экономической оптимизации конструкции тех или иных изделий и техпроцессов, как апеллирование к экзогенной панспермии в астрохимии и теории химической эволюции решает проблему возникновения земной жизни, нельзя считать это инженерным конструкторским решением задачи, на которое может и должна опираться умная экономика будущего (Mandel, 2008).

Нужно найти не способ уменьшения расходов путём увеличения уровня эксплуатации низкооплачиваемого штата (или аутсорсных ресурсов, включая вывод производства в третьи страны), а способ уменьшения числа компонент изделия и сборочных операций, который позволит использовать не бросовый неквалифицированный труд, препятствующий развитию умной экономики, а квалифицированный и не изматывающий сверхэксплуатацией человека труд, при оптимизации которого уровень экономической эффективности растёт, не ухудшая состояние трудящихся сотрудников, трудовых ресурсов. Очевидно, что в данном случае следует стремиться, прежде всего, к поиску конструкций изделий, уменьшающих эксплуатацию труда (вместе с фондами оплаты труда, но без уменьшения удельных ассигнований на штатную единицу) (Gradov, 2025).

Соответственно вышеизложенным тезисам, поиск решения надо искать в области теории решения изобретательских задач. Для алгоритмизированного, экономически-эффективного решения таких задач существует ТРИЗ – теория решения изобретательских задач (Plevbare et al., 2013). Она активно применяется по всему миру при экономической оптимизации технологических процессов и изделий (Yamashina et al., 2002; Spreafico, Russo, 2016). Предельной целью использования ТРИЗ является достижение идеального, то есть оптимального по соотношению «цена-качество», конечного решения, но, в отличие от редуцированных экономических схем, отчужденных от объекта, предмета труда, и от субъекта (трудящегося персонала), понятие «отношения цены и качества» интерпретируется здесь в более широком смысле (т.е. *sensu lato*), учитывающем не только экономические показатели, но и иные ресурсы. Под «идеальностью» понимается отношение полезных функций технической системы к «факторам расплаты», то есть затратам на их выполнение, включая человеческие ресурсы (силы, здоровье, время людей – тоже интерпретируемо как ресурс). Для чисто технической системы идеальный конечный результат, в пределе, звучит так: «структуры или системы нет, а функция выполняется» (Chen, Liu, 2001; Stratton, Mann, 2003; Bariani et al., 2004; Moehrl, 2005; Cascini, Russo, 2007; Cavallucci, Khomenko, 2007; Cong, Tong, 2008; Shirwaiker, Okudan, 2008; Su, Lin, 2008; Yeh et al., 2011; Yang, Chen, 2012; Chechurin, Borgianni, 2016; Liu et al., 2020).

Если говорить о технологических операциях, то очевидна экстраполяция того же принципа: «технологической операции не производится, а результат, реализуемый обычно (благодаря ей) в изделии, достигается». Если говорить о затратах трудовых ресурсов, то высвобождение человеко-часов оказывается, в случае рассмотрения их как ресурса, средством для увеличения массовости и объёмов производства. Следовательно, уникальное приборостроение в умной экономике может быть переведено на массовые рельсы при сохранении часов занятости высококвалифицированных кадров и уровня оплаты труда, если от К-стратегии перейти к г-стратегии, редуцируя физически ненужные детали и функционально комплексируя их в рамках системотехнической интеграции и

микроминиатюризации. Конкуренция с азиатским способом производства, по определению, не предполагает штучных единиц продукции (обратные факты не вписывались бы в эмпирически подтверждаемую *r/K selection theory* – т.к. не соответствовали бы *Verhulst model* (Guo et al., 2005; Evans, 2014; Zeng et al., 2020), а это ставит под вопрос само существование высокотехнологичной продукции в Европе по элементарным демографическим причинам (исключая случаи, когда фабры находятся в КНР и других азиатских странах, а в ЕС осуществляется только дизайн/R&D). В идеальном конечном решении, пригодном для конкурентоспособной Европы без порядкового увеличения плотности народонаселения, необходимо, чтобы были элиминированы именно те рутинные операции, на применении которых задействовано максимальное количество кадров (например, в сборке в Азии), а конечный результат использования продукта, при этом, не пострадал бы, но только подчеркнул «умный» характер инновационного социума европейской цивилизации, в её новой формации, в нацеленном на развитие творческих сил личности *eco-friendly* варианте (Jacoby, 1971; Goldsmith, 1984; Kirton, De Ciantis, 1986; Åmo, Kolvereid, 2005; Steel et al., 2012; Rossberger, 2014; Stock et al., 2016; Chen et al., 2021).

Пример, рассматриваемый в данной статье, относится к микроскопии, но в дальнейшем будет распространен на ряд качественно иных устройств (хотя и на тех же оптических принципах, что автор знает по опыту работы над этой техникой в роли конструктора и, в дальнейшем, руководителя коллектива). В каждой биологической лаборатории, в большинстве материаловедческих или микроэлектронных лабораторий есть микроскопы. Поэтому на этом примере достаточно легко доказать правомерность нашего подхода и иллюстрировать возможность его распространение на многие смежные области.

3. Обсуждение и результаты

Предмет рассмотрения

Современные оптические микроскопы, в отличие от микроскопов XIX – первой половины XX века, представляют собой высокотехнологичные схемы изделий с многостадийным, диверсифицированным и распределенным (в том числе – на межгосударственном уровне) процессом производства. Объективы микроскопов, предназначенные для различных задач и условий исследования структуры объектов, настолько различаются по материалам и техпроцессам в различных по уровню точности метрологических системах, что производство всех типов объективов даже для одного производителя микроскопов в одном месте невозможно. Как можно видеть по многим статьям, разработка оптики, предназначенной для различных применений, сейчас становится доступной в бывших центрах производства лицензионной оптики (Китае, Индии, странах Юго-Восточной Азии), также как это наблюдается и для полупроводниковой фотоники (Hochberg, Baehr-Jones, 2010; Hochberg et al., 2013; Khan et al., 2019; Rahim, Baets, 2020). Однако даже переход к *fabless* подходам в таких странах (по аналогии с полупроводниковой и электронной промышленностью, Китае, Тайване, Корее, Индии (LaPedus, 1996, 1997; Hung, Yang, 2003; Shelton, 2004; Husain, 2004; Lu et al., 2004, 2010; Kim et al., 2007; Yoon, 2009; Aynampudi, 2012; Jiang, Hung, 2015; Kravchuk et al., 2017)), упрощая дизайн изделий в организационном плане, не решает проблем их технологической сложности – необходимости локализации множества производств деталей микроскопов и их сопряжения между собой. Количество производственных участков либо равно, либо пропорционально количеству узлов, поэтому даже такие гиганты индустрии, как бывшие немецкие оптические объединения, часто заказывают изготовление деталей, а нередко сборку вне ЕС. Это приводит к ухудшению метрологических качеств микроскопов (вплоть до оптического разрешения, в силу отличия стандартов и эталонов резольвотрии между странами (Konstantinov et al., 1966; Bykovskii et al., 1969) и различиями в трактовке терминов типа «разрешение» и «сверхразрешение») либо рассогласованию индивидуально качественных компонент при сборке.

Ещё более усложняется координация технологических процессов, путей логистики и хронометража отдельных операций в случае перехода к новым и новейшим модификациям микроскопов конца XX – начала XXI в., а именно – мехатронным и роботизированным микроскопам (Franceschi et al., 1987; Baïdun et al., 2003; Veldhuis et al., 2005; Gabba et al., 2012; Notchenko, Gradov, 2013; Antoni et al., 2015; Ferchaud et al., 2016; Xu et al., 2016;

Crawford-Young et al., 2018; Li et al., 2019; Ong et al., 2019; Collins et al., 2020), особенно – операционным хирургическим или микрохирургическим микроскопам (предъявляющим высокие требования в аспекте безопасности прижизненного исследования объекта исследования: человека или животного, часто с весьма большой точностью – порядка микрон, как в нейрохирургии, регенеративной клеточной медицине или автоматизированных микроперфузионных методах) (Bonsato et al., 1998; Tamaki et al., 1998; Lauer et al., 2002, 2006; Kantelhardt et al., 2013; Oppenlander et al., 2014; Klinger et al., 2018; Chakravarthi et al., 2018; Ghazali et al., 2020). Таким устройствам, при всей «прецизионности», обычно не хватает грубой надёжности, робастности, которая, объективно, достижима только при упрощении организации оптического тракта и мехатроники.

Предлагаемые подходы

Нами предлагается использовать для этого переход к безлинзовой сборке микроскопов. Известно, что основные части микроскопов составляют: eyepies/ocular lens with diopter adjustment, resolving nose piece, slide holder, condenser with iris diaphragm, light sources, coarse focus and fine focus, static or motorized stage (Tonna, Rogers, 1968; Weibel, 1970; Mao et al., 1997; Melvin et al., 2007; Ze-Jun, 2012). Безлинзовые микроскопы в настоящее время достигли того уровня разрешения и той функциональности, которая замещает практические области применимости всех существующих оптических микроскопов, кроме наиболее экзотических. Достигается не только высокое разрешение – порядка микрона и немногим ниже, как это было ещё несколько лет назад (Kanka et al., 2011; Garcia-Sucerquia, 2012; Hussain et al., 2019), но и сверхразрешение, *sensu lato* (в разных технических значениях и контекстах этого термина) (Micó, Zalevsky, 2010; Bishara et al., 2011; Sobieranski et al., 2015; Granero et al., 2016; Wang et al., 2017; Wang et al., 2019; Rostykus et al., 2018; Liu et al., 2019; Song et al., 2020), вплоть до субпиксельной дисперсности, то есть размера наночастиц (Yang et al., 2018; Gurram et al., 2020; Delikoyun et al., 2020). Временное разрешение для безлинзовых микроскопов ограничивалось до последнего времени частотой опроса портов и стандартами сбора видеоданных, однако в недавнее время было достигнуто экстремальное фемтосекундное разрешение (Mendoza-Yero et al., 2013). По спектральным свойствам, безлинзовые микроскопы позволяют регистрировать весь активный диапазон – от инфракрасного (Repetto et al., 2004) до ультрафиолетового (Harada et al., 2013; Mochi et al., 2017) (даже вакуумного УФ) и рентгеновского (Jacobsen, 2005; Burgess, 2006; Sandberg et al., 2008; Raymondson et al., 2009; Dai et al., 2010).

Безлинзовые микроскопы работают уже не только на просвет (в трансмиссионном или теновом режиме), но и полностью воспроизводят функционал флуоресцентных микроскопов (Coskun et al., 2010a, 2010b, 2011a, 2011b; Takehara et al., 2014; Sasagawa et al., 2018) и отражательных (напр. – металлографических) микроскопов (Hammadi, Morin, 2006; Lee et al., 2011; Adinda-Ougba et al., 2015; Imanbekova et al., 2020; Li et al., 2021). При этом, для упрощения и удешевления конструкции в качестве источников света (столь же компактных, как и безлинзовый микроскоп) применяются как некогерентные light emission diodes (Repetto et al., 2004; Ryle et al., 2010; Garcia-Sucerquia, 2012, 2015; Adinda-Ougba et al., 2015; Zuo et al., 2015a, 2015b; Scholz et al., 2018; Heer et al., 2018; Gradov, 2019; Hassan et al., 2020), так и лазерные диоды или компактные DPSSL (Garcia-Sucerquia, 2016; Mendoza-Yero et al., 2016; Göring et al., 2017). Иными словами, сборка и кастомизация под конкретные задачи конкретного потребителя безлинзового микроскопа не представляет труда. Таким образом снимается старая дилемма кастомизации и унификации. Сборка базового звена (PCB with CCD or CMOS array chip) как заменителя почти всего набора компонент микроскопа (eyepies or ocular lenses with diopter adjustment, resolving nose piece, slide holder, coarse focus and fine focus, stage for slide holding and positioning), производящаяся по массовой технологии автоматически (нередко – в роботизированных фабах), замещает практически всю наполовину ручную сборку высокопрецизионных оптических микроскопов, кроме монтажа источника света (condenser with iris diaphragm, light sources). Монтаж же источников света и насадок, с которыми достигается дополнительная функциональность микроскопа (вплоть до DIC – дифференциального интерференционного контраста (Oh et al., 2010), а также «лазерной интерференционной томографии» (Sauer et al., 2017)) является индивидуальной операцией / стадией сборочного процесса. При этом она

может быть упрощена (вплоть до уровня LEGO (Hsieh et al., 2014; Fresnel et al., 2017; Temiz, 2020; Vos et al., 2021)) и делегироваться конечному пользователю – при этом давая ему возможность собрать за несколько минут микроскоп нужного ему типа (одного из нескольких десятков принципиально реализуемых, если говорить о безлинзовой схеме детектора).

Принципиальным звеном экономии (и упрощения конструкции) является удаление различающихся типов объективов, кастомизируемых под отличные методы, типы регистрации (Han et al., 1992; Hao, 1997; Dong et al., 2004; Van Elburg et al., 2007; Liu, Hua, 2011; Lan et al., 2015). В безлинзовом микроскопе нет проблемы сборки и адаптации объективов и окуляров или объектива и камер, ставящихся на бинокулярное или тринокулярное звено. В отличие от методов пользовательского конструирования линзовой микроскопической техники, в том числе – мультиобъективной (такой, как OpenSPIM (Pitrone et al., 2013, 2015; Girstmairet al., 2016; Marx, 2016; Rocha et al., 2019)), этот тренд создания кастомизируемых микроскопических систем не требует такой номенклатуры деталей и, благодаря этому, опять же, дешевле и много проще в производстве. Таким образом, безлинзовая микроскопия явно представляет **disruptive innovation**, меняющую соотношение ценностей в силу элиминации самой структуры ценностей стандартных больших оптических микроскопов, включая их кастомизируемые версии (Paap, Katz, 2004; Markides, 2006; Schmidt et al., 2008; King, Baatartogtokh, 2015; Gobble, 2016; Christensen et al., 2018; Si, Chen, 2020). Если же критерии конкуренции меняются, то и их начинает задавать лидирующий разработчик **disruptive innovation product**, а в случае кастомизируемого пользователем или нестабильного по конструкции (получаемого быстрым прототипированием с использованием пользовательских устройств – по высылаемому электронной почтой CAD-файлу (Birch et al., 2017; Tobon-Maya et al., 2021)), то критерии спроса задаёт пользователь – вместе с тем элиминируя временную задержку между временем получения данных в маркетинговых опросах и их влиянием на промышленность.

По существу, не существует проблемы спроса для устройства, обновляемого пользователем. В интересах производителя в данном случае – генерировать и стимулировать за счёт R&D (и рекламы новых видов микроскопии на безлинзовой платформе) потребности/заинтересованности пользователей в новой надстройке или же новой модификации, благодаря которой пользователь сможет иметь много, а не один безлинзовый микроскоп (благодаря его дешевой стоимости, в форме надстраиваемого модуля). «Порождать потребности, а не удовлетворять уже имеющиеся», в случае безлинзового микроскопа, собираемого пользователем под свои задачи, означает порождать потребность к научному, техническому творчеству и аутодидактизму через потребность в адаптации и кастомизации аппарата. Это придаёт новое социо-культурное значение задаче внедрения на практике безлинзовых микроскопов в массовое использование.

4. Заключение

В связи с этим предлагаемая комплексная гибридная схема представляется достаточно обоснованной, а идея высокоскоростной модульной кастомизации изделия (в рамках К-стратегии) при массовом изготовлении его базовой части, которому соответствует элиминация физически-ненужных блоков (в рамках простоты, свойственной г-стратегии), кажется путём к сохранению достаточно большой номенклатуры изделий на конвейере (аналогично критериям биологического разнообразия) без возникновения дилеммы уменьшения интеллектуализации или уменьшения числа выпускаемых приборов. Диверсификация такого типа является продуктивной и с позиций экологичности производства (утилизация кастомизированного изделия целиком заменяется репарацией или адаптацией под новые задачи/модернизацией, осуществляемой с сохранением деталей и унифицированных узлов сопряжения достаточно большой части устройства), и с пользовательских позиций. Робастность, требуемая от массивных изделий при К-стратегии, здесь заменяется репарировемостью/ремонтпригодностью, реализуемой заменой удешевленного блока, производимого по г-стратегии. Творческое развитие личности потребителя производится в ходе изучения им принципов работы (принципиально foolproof защищенного) устройства – при адаптации под свои нужды.

5. Благодарности

Автор благодарит Е.Д. Адамовича за обсуждение идей статьи как драйвера в экономике восточно-европейской реиндустриализации, а также за инициативу "шлифовки" текста абстракта статьи с применением технологий искусственного интеллекта, позволившую лучше акцентироваться на экономике и демографии, чем в изначальной версии автора (более технической по построению логики и в большей степени акцентированной конкретно на применении для безлинзового приборостроения).

Автор благодарит организаторов TRIZfest-2025 за внимательное отношение к новизне предлагаемого подхода.

Литература

Adinda-Ougba et al., 2015 – Adinda-Ougba A., Kabir B., Koukourakis N., Mitschker F., Gerhardt N.C., Hofmann M.R. Compact low-cost lensless digital holographic microscope for topographic measurements of microstructures in reflection geometry // *Proc. SPIE*. 2015. 9628: 962818.

Adinda-Ougba et al., 2015 – Adinda-Ougba A., Koukourakis N., Gerhardt N.C., Hofmann M.R. Simple concept for a wide-field lensless digital holographic microscope using a laser diode // *Current Directions in Biomedical Engineering*. 2015. 1(1): 261-264.

Åmo, Kolvereid, 2005 – Åmo B.W., Kolvereid L. Organizational strategy, individual personality and innovation behavior // *Journal of Enterprising Culture*. 2005. 13(01): 7-19.

Antoni et al., 2015 – Antoni S.T., Sonnenburg C., Saathoff T., Schlaefer A. Feasibility of interactive gesture control of a robotic microscope // *Current Directions in Biomedical Engineering*. 2015. 1(1): 164-167.

Aynampudi, 2012 – Subbarao, Aynampudi, India: A Fab-Less Wonder: Case of SMDP (October 2, 2012). [Electronic resource]. URL: <https://ssrn.com/abstract=2155540> DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2155540>

Baidun et al., 2003 – Baidun L.V., Kashpor S.A., Parpara A.A., Pliasunova S.A., Piatnitskiĭ A.M., Smetanina N.S., Sokolinskiĭ B.Z. Automatic erythrocytometry in a robotized microscope MEKOS-Ts1 // *Klinicheskaja laboratornaja diagnostika*. 2003. (6): 39-42. [in Russian]

Bariani et al., 2004 – Bariani P.F., Berti G.A., Lucchetta G. A combined DFMA and TRIZ approach to the simplification of product structure / *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*. 2004. 218(8): 1023-1027.

Birch et al., 2017 – Birch G.C., LaCasse IV, C.F., Dagel A.L., Woo B.L. Lensless computational imaging using 3D printed transparent elements // *Proc SPIE*. 2017. 10222: 1022208.

Bishara et al., 2011 – Bishara W., Sikora U., Mudanyali O., Su T.W., Yaglidere O., Luckhart S., Ozcan A. Holographic pixel super-resolution in portable lensless on-chip microscopy using a fiber-optic array // *Lab on a Chip*. 2011. 11(7): 1276-1279.

Bonsato et al., 1998 – Bonsanto M.M., Staubert A., Samii A., Wirtz C.R., Tronnier V.M., Knauth M., Sommer C., Kunze S. Robotic guided endoscopy with the MKM microscope-An in-vitro study // *Zentralblatt fur Neurochirurgie*. 1998. 59: P24-P24.

Burgess, 2006 – Burgess D.S. Lensless X-ray microscopy images nanocrystals // *Photonics Spectra*. 2006. 40(9): 102-102.

Bykovskii et al., 1969 – Bykovskii Y.A., Larkin A.I., Markilov A.A., Ryabova R.V., Samoilovich D.M. New High-Resolution Photographic Emulsions and Their Investigation by Means of Holographic Resolvometry // *Soviet Physics Doklady*. 1969. 14: 246. [Trans. Rus. Ver.: *Doklady Akademii Nauk*. 185(3): 552-554].

Cascini, Russo, 2007 – Cascini G., Russo D. Computer-aided analysis of patents and search for TRIZ contradictions // *International Journal of Product Development*. 2007. 4(1-2): 52-67.

Cavallucci, Khomenko, 2007 – Cavallucci D., Khomenko N. From TRIZ to OTSM-TRIZ: addressing complexity challenges in inventive design // *International Journal of Product Development*. 2007. 4(1-2): 4-21.

Chakravarthi et al., 2018 – Chakravarthi S., Rovin R., Kassam A. Microsurgical clipping of an anterior communicating artery aneurysm using a novel robotic visualization tool in lieu of the binocular operating microscope: operative video // *Operative Neurosurgery*. 2018. 15(3): E28-E28.

Chechurin, Borgianni, 2016 – Chechurin L., Borgianni Y. Understanding TRIZ through the review of top cited publications // *Computers in Industry*. 2016. 82: 119-134.

[Chen, Liu, 2001](#) – *Chen J.L., Liu C.C.* An eco-innovative design approach incorporating the TRIZ method without contradiction analysis // *The Journal of Sustainable Product Design*. 2001. 1(4): 263-272.

[Chen et al., 2021](#) – *Chen S., Qiu H., Xiao H., He W., Mou J., Siponen M.* Consumption behavior of eco-friendly products and applications of ICT innovation // *Journal of Cleaner Production*. 2021. 287: 125436.

[Christensen et al., 2018](#) – *Christensen C.M., McDonald R., Altman E.J., Palmer J.E.* Disruptive innovation: An intellectual history and directions for future research // *Journal of Management Studies*. 2018. 55(7): 1043-1078.

[Collins et al., 2020](#) – *Collins J.T., Knapper J., Stirling J., Mduda J., Mkindi C., Mayagaya V., Mwakajinga G.A., Nyakyi P.T., Sanga V.L., Carbery D., White L.* Robotic microscopy for everyone: the OpenFlexure Microscope. // *Biomedical Optics Express*. 2020. 11(5): 2447-2460.

[Cong, Tong, 2008](#) – *Cong H., Tong L.H.* Grouping of TRIZ Inventive Principles to facilitate automatic patent classification // *Expert Systems with Applications*. 2008. 34(1): 788-795.

[Coskun et al., 2010a](#) – *Coskun A.F., Su T.W., Ozcan A.* Lensless On-Chip Fluorescent Imaging Over an Ultra Wide Field-of-View // *Proc. ASME*. 2010. 49453: 51-52.

[Coskun et al., 2010b](#) – *Coskun A.F., Sencan I., Su T. W., Ozcan A.* Lensless wide-field fluorescent imaging on a chip using compressive decoding of sparse objects // *Optics express*. 2010. 18(10): 10510-10523.

[Coskun et al., 2011a](#) – *Coskun A.F., Sencan I., Su T.W., Ozcan A.* Wide-field lensless fluorescent microscopy using a tapered fiber-optic faceplate on a chip // *Analyst*. 2011. 136(17): 3512-3518.

[Coskun et al., 2011b](#) – *Coskun A.F., Su T.W., Sencan I., Ozcan A.* Lensless fluorescent microscopy on a chip // *Journal of visualized experiments: JoVE*. 2011. 54.

[Crawford-Young et al., 2018](#) – *Crawford-Young S.J., Dittapongpitch S., Gordon R., Harrington K.I.* Acquisition and reconstruction of 4D surfaces of axolotl embryos with the flipping stage robotic microscope // *Biosystems*. 2018. 173: 214-220.

[Dai et al., 2010](#) – *Dai B., Zhu D., Jaroensri R., Kulalert K., Pianetta P., Pease R.F.W.* Optical and computed evaluation of keyhole diffractive imaging for lensless x-ray microscopy // *Journal of Vacuum Science & Technology B, Nanotechnology and Microelectronics: Materials, Processing, Measurement, and Phenomena*. 2010. 28(6): C6Q1-C6Q5.

[Delikoyun et al., 2020](#) – *Delikoyun K., Keçili S., Tekin H.C.* (2020, October). Nanoparticle Detection with Portable and Low-Cost Lensless Holographic Microscopy Platform / *2020 28th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*. 2020. Pp. 1-4. IEEE.

[Dong et al., 2004](#) – *Dong C.Y., Yu B., Kaplan P.D., So P.T.* Performances of high numerical aperture water and oil immersion objective in deep-tissue, multi-photon microscopic imaging of excised human skin // *Microscopy research and technique*. 2004. 63(1): 81-86.

[Donoghue, 1997](#) – *Donoghue M.* Mill's affirmation of the classical wage fund doctrine // *Scottish Journal of Political Economy*. 1997. 44(1): 82-99.

[Evans, 2014](#) – *Evans M.* An alternative approach to estimating the parameters of a generalised Grey Verhulst model: An application to steel intensity of use in the UK // *Expert Systems with Applications*. 2014. 41(4): 1236-1244.

[Ferchaud et al., 2016](#) – *Ferchaud V.A., Qi Y., Chin K.L.* Localization of UV Absorbing Compounds in Nuttall Oak (*Quercus nuttallii*) Leaves Using Naturstoffreagenz-A (NA) and the Leica DMI6000 B Inverted Robotic Microscope // *Microscopy and Microanalysis*. 2016. 22(S3): 1204-1205.

[Franceschi et al., 1987](#) – *Franceschi J., Tiefenbach P., Trinquier J., Jouffrey B.* Robotic electron-microscope for nondestructive monitoring of a flexible production line // *Journal de Microscopie et de Spectroscopie Electroniques*. 1987. 12(3): A20.

[Fresnel et al., 2017](#) – *Fernsler J., Nguyen V., Wallum A., Benz N., Hamlin M., Pilgram J., Vanderpoel H., Lau R.* A LEGO Mindstorms Brewster angle microscope // *American Journal of Physics*. 2017. 85(9): 655-662.

[Gabba et al., 2012](#) – *Gabba S., Dorji T., Grazioli V., Albini A.* Detection of Circulating Tumour Cells on the Basis of Cytomorphology, Immunofluorescence and in Situ Hybridization with

the Aid of a “Robotized Microscope”: from Bench to Bedside // *European Journal of Cancer*. 2012. 48: S28.

[Garcia-Sucerquia, 2012](#) – Garcia-Sucerquia J. Color lensless digital holographic microscopy with micrometer resolution // *Optics letters*. 2012. 37(10): 1724-1726.

[Garcia-Sucerquia, 2012](#) – Garcia-Sucerquia J. (2012, August). White-light light-emitting diode to simplify color digital lensless holographic microscopy / *2012 11th Euro-American Workshop on Information Optics*. Pp. 1-3. IEEE.

[Garcia-Sucerquia, 2015](#) – Garcia-Sucerquia J. Multispectral digital lensless holographic microscopy: from femtosecond laser to white light LED // *Journal of Physics: Conference Series*. 2015. 605: 012011.

[Garcia-Sucerquia, 2016](#) – Garcia-Sucerquia J. Color digital lensless holographic microscopy: laser versus led illumination // *Applied optics*. 2016. 55(24): 6649-6655.

[Ghazali et al., 2020](#) – Ghazali N., Attardo G., Markose G. Modification of the microscope drape to provide a closed surgical field in transoral robotic surgery // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2020. 58(7): 867-868.

[Girstmaier et al., 2016](#) – Girstmaier J., Zakrzewski A., Lapraz F., Handberg-Thorsager M., Tomancak P., Pitrone P.G., Simpson F., Telford M.J. Light-sheet microscopy for everyone? Experience of building an OpenSPIM to study flatworm development // *BMC developmental biology*. 2016. 16(1): 1-16.

[Gobble, 2016](#) – Gobble M.M. Defining disruptive innovation // *Research-Technology Management*. 2016. 59(4): 66-71.

[Goldsmith, 1984](#) – Goldsmith R.E. Personality characteristics associated with adaption-innovation // *The Journal of psychology*. 1984. 117(2): 159-165.

[Göring et al., 2017](#) – Göring L., Finkeldey M., Adinda-Ougba A., Gerhardt N.C., Hofmann M. Lensless digital holographic microscope using in-line configuration and laser diode illumination // *Proc. SPIE*. 2017. 10127: 101270V.

[Gradov, 2019](#) – Gradov O.V. Analog Non-Coherent Spectrozonol Lens-less Microscopy of Hydra sp. (Phylum Cnidaria, Class Hydrozoa) with combined Raster Scan and Cross-Band Shifting // *Central European Journal of Zoology*. 2019. 5(1): 24-45.

[Gradov, 2025](#) – Gradov O. Lens-less instrumentation based on triz in the context of innovational economics: Resolution of contradictions between r- and k-strategies / In *TRIZfest-2025 (Abstracts)*. DOI: 10.54985/peeref.2511a8189123

[Granero et al., 2016](#) – Granero L., Ferreira C., Zalevsky Z., García J., Micó V. Single-exposure super-resolved interferometric microscopy by RGB multiplexing in lensless configuration // *Optics and Lasers in Engineering*. 2016. 82: 104-112.

[Guo et al., 2005](#) – Guo Z., Song X., Ye J. A Verhulst model on time series error corrected for port throughput forecasting // *Journal of the Eastern Asia society for Transportation studies*. 2005. 6: 881-891.

[Gurram et al., 2020](#) – Gurram H.P.R., Galande A.S., John R. Nanometric depth phase imaging using low-cost on-chip lensless inline holographic microscopy // *Optical Engineering*. 2020. 59(10): 104105.

[Hammadi, Morin, 2006](#) – Hammadi Z., Morin R. Lensless electron reflection microscopy using a coaxial point-source structure // *Ultramicroscopy*. 2006. 106(6): 480-485.

[Han et al., 1992](#) – Han C., Liu B., Chi X. F., Li W. MTF measurement for testing microscopic objective // *Proc. SPIE*. 1992. 1531: 283-291.

[Hao, 1997](#) – Hao P. Design of Optical System for New CCD Microscopic Objective // *Acta Optica Sinica*. 1997. 17: 828-830.

[Harada et al., 2013](#) – Harada T., Nakasuji M., Nagata Y., Watanabe T., Kinoshita H. Phase imaging of EUV masks using a lensless EUV microscope // *Proc. SPIE*. 2013. 8701: 870119.

[Hassan et al., 2020](#) – Hassan A., Khan S., Rasul K., Hussain A. Lensless on-chip LED array microscope using amplitude and phase masks // *JOSA B*. 2020. 37(12): 3652-3659.

[Heer et al., 2018](#) – Heer R., Krieger S., Geleff S., Schotter J., Wu W., Scholz G., Wasisto H.S. Preparation and integration of a multi-wavelength LED matrix for testing light cell interaction in a novel lens less optical microscope // *MDPI Proc*. 2018. 2(13): 1074.

[Hochberg, Baehr-Jones, 2010](#) – Hochberg M., Baehr-Jones T. (2010). Towards fabless silicon photonics // *Nature photonics*. 2010. 4(8): 492-494.

- Hochberg et al., 2013 – Hochberg M., Harris N.C., Ding, R., Zhang Y., Novack A., Xuan Z., Baehr-Jones T. Silicon photonics: the next fabless semiconductor industry // *IEEE Solid-State Circuits Magazine*. 2013. 5(1): 48-58.
- Hollander, 1984 – Hollander S. J.S. Mill on "Derived Demand" and the Wage-Fund Theory Recantation // *Eastern Economic Journal*. 1984. 10(1): 87-98.
- Hsieh et al., 2014 – Hsieh T.H., Tsai Y.C., Kao C.J., Chang Y.M., Lu Y.W. A conceptual atomic force microscope using LEGO for nanoscience education // *Int. J. Autom. Smart Technol*. 2014. 4: 113-121.
- Hung, Yang, 2003 – Hung S.W., Yang C. The IC fabless industry in Taiwan: current status and future challenges // *Technology in Society*. 2003. 25(3): 385-402.
- Husain, 2004 – Husain A. New synergy in the fabless arena: the Korea-India connection // *Solid State Technology*. 2004. 47(11): S9.
- Hussain et al., 2019 – Hussain A., Li Y., Liu D., Bian Y., Kuang C., Liu X. Axial scanning in lensless microscopy to achieve high resolution // *Applied Physics B*. 2019. 125(3): 43.
- Ilevbare et al., 2013 – Ilevbare I.M., Probert D., Phaal R. A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice // *Technovation*. 2013. 33(2-3): 30-37.
- Imanbekova et al., 2020 – Imanbekova M., Perumal A.S., Kheireddine S., Nicolau D.V., Wachsmann-Hogiu S. Lensless, reflection-based dark-field microscopy (RDFM) on a CMOS chip // *Biomedical Optics Express*. 2020. 11(9): 4942-4959.
- Issa, Eid, 2013 – Issa U.H., Eid M.A. An application of genetic algorithms to time-cost-quality trade-off in construction industry // *Civil and Environmental Research*. 2013. 3(12): 11-19.
- Jacobsen, 2005 – Jacobsen C. Biological x-ray microscopy: from biochemical mapping to lensless imaging // *APS March Meeting Abstracts*. 2005, March. Pp. P2-003.
- Jacoby, 1971 – Jacoby J. Personality and innovation proneness // *Journal of Marketing Research*. 1971. 8(2): 244-247.
- Jiang, Hung, 2015 – Jiang R.S., Hung C.Y. The R&D Strategies of Fabless Semiconductor Companies in Taiwan, China, and the United States: Risk-based perspectives // *Journal of Science and Technology Management (科技管理學刊)*. 2015. 20(2): 1-24.
- Kanka et al., 2011 – Kanka M., Riesenberger R., Petruck P., Graulig C. High resolution (NA=0.8) in lensless in-line holographic microscopy with glass sample carriers // *Optics letters*. 2011. 36(18): 3651-3653.
- Kantelhardt et al., 2013 – Kantelhardt S.R., Finke M., Schweikard A., Giese A. Evaluation of a completely robotized neurosurgical operating microscope // *Neurosurgery*. 2013. 72(suppl_1): A19-A26.
- Khan et al., 2019 – Khan M.U., Xing Y., Ye Y., Bogaerts W. Photonic integrated circuit design in a foundry+ fabless ecosystem // *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*. 2019. 25(5): 1-14.
- Kim et al., 2007 – Kim J.H., Cha J.J., Jang I.S., Park J.H., Yoon B.J. SoC/IP Development Trends of Korean Fabless // *Electronics and Telecommunications Trends*. 2007. 22(5): 78-85.
- King, Baatartogtokh, 2015 – King A.A., Baatartogtokh B. How useful is the theory of disruptive innovation? // *MIT Sloan Management Review*. 2015. 57(1): 77.
- Kirton, De Ciantis, 1986 – Kirton M.J., De Ciantis S.M. Cognitive style and personality: The Kirton adaption-innovation and Cattell's sixteen personality factor inventories // *Personality and Individual Differences*. 1986. 7(2): 141-146.
- Klinger et al., 2018 – Klinger D.R., Reinard K.A., Ajayi O.O., Delashaw Jr, J.B. Microsurgical clipping of an anterior communicating artery aneurysm using a novel robotic visualization tool in lieu of the binocular operating microscope: operative video // *Operative Neurosurgery*. 2018. 14(1): 26-28.
- Konstantinov et al., 1966 – Konstantinov V., Ostrovskii I., Zaidel A. Laser resolvometry (Interferential method of testing high resolution photographic emulsions, using laser as light source) // *Zhurnal Nauchnoi i Prikladnoi Fotografii i Kinematografii*. 1966. 11: 381. [in Russian]
- Kravchuk et al., 2017 – Kravchuk P.V., Makushin M.V., Styazhkin A.N., Fomina A.V. Development of fabless-industry in China and the value of its experience for domestic design centers // *Voprosy radioelektroniki*. 2017. 1: 90-103.

- Lan et al., 2015 – Lan G., Mauger T.F., Li G. Design of high-performance adaptive objective lens with large optical depth scanning range for ultrabroad near infrared microscopic imaging // *Biomedical optics express*. 2015. 6(9): 3362-3377.
- LaPedus, 1996 – LaPedus M. China focus: Fabless design // *Electronic Buyers' News*. 1996. 1035: 10-10.
- LaPedus, 1997 – LaPedus M. Fabless IC-design house SIS files IPO in Taiwan // *Electronic Buyers' News*. 1997. 1070: 12.
- Lauer et al., 2002 – Lauer W., Esser M., Radermacher K. Development of a compact, semi-robotic platform for an electronic surgical microscope // *Biomedizinische Technik. Biomedical engineering*. 2002. 47: 6-8.
- Lauer et al., 2006 – Lauer W., Serefoglou S., Ibach B., Perneczky A., Lutze T., Radermacher K. Semi-robotic microscope-platform for endoscopically-assisted neurosurgery. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. 2006. 1: 209-211.
- Lee et al., 2011 – Lee M., Yaglidere O., Ozcan A. Field-portable reflection and transmission microscopy based on lensless holography // *Biomedical Optics Express*. 2011. 2(9): 2721-2730.
- Li, Maiden, 2018 – Li P., Maiden A. Lensless LED matrix ptychographic microscope: problems and solutions // *Applied optics*. 2018. 57(8): 1800-1806.
- Li et al., 2019 – Li Y., Zheng R., Wu Y., Chu K., Xu Q., Sun M., Smith Z.J. A low-cost, automated parasite diagnostic system via a portable, robotic microscope and deep learning // *Journal of biophotonics*. 2019. 12(9): e201800410.
- Li et al., 2021 – Li Z., Zuo C., Chen Q. An auto-focusing reflection-type lens-less digital holographic microscope // *Proc. SPIE*. 2021. 11761: 117611I.
- Liu, Hua, 2011 – Liu S., Hua H. Extended depth-of-field microscopic imaging with a variable focus microscope objective // *Optics express*. 2011. 19(1): 353-362.
- Liu et al., 2019 – Liu D., Li Y., Hussain A., Bian Y., Kuang C., Liu X. Probe separation and noise suppression in lensless microscopy // *Applied Physics B*. 2019. 125(7): 1-7.
- Liu et al., 2020 – Liu Z., Feng J., Wang J. Resource-constrained innovation method for sustainability: application of morphological analysis and TRIZ inventive principles // *Sustainability*. 2020. 12(3): 917.
- Lu et al., 2004 – Lu L.Y., Hung S. W., Yang C. Successful factors of the fabless IC industry in Taiwan // *International journal of manufacturing technology and management*. 2004. 6(1-2): 98-111.
- Lu et al., 2010 – Lu W.M., Wang, W.K., Tung, W.T., Lin F. Capability and efficiency of intellectual capital: The case of fabless companies in Taiwan // *Expert Systems with Applications*. 2010. 37(1): 546-555.
- Mandel, 2008 – Mandel M.J. Innovation Economics Shows How Smart Ideas Turn Into Jobs and Growth // *Business Week*. 2008. September 22. Pp. 52-70.
- Mao et al., 1997 – Miao Z., Liu S., Xuan Z., Zhao Q., Liu R. Color television microscope with an automatic stage // *Zhongguo yi Liao qi xie za zhi = Chinese Journal of Medical Instrumentation*. 1997. 21(5): 276-278. [Chinese]
- Markides, 2006 – Markides C. Disruptive innovation: In need of better theory // *Journal of product innovation management*. 2006. 23(1): 19-25.
- Marx, 2016 – Marx V. Microscopy: OpenSPIM 2.0 // *Nature methods*. 2016. 13(12): 979-982.
- Melvin et al., 2007 – Melvin N.R., Poda D., Sutherland R.J. A simple and efficient alternative to implementing systematic random sampling in stereological designs without a motorized microscope stage // *Journal of microscopy*. 2007. 228(1): 103-106.
- Mendoza-Yero et al., 2013 – Mendoza-Yero O., Calabuig A., Tajahuerce E., Lancis J., Andrés P., García-Sucerquia J. (2013). Femtosecond digital lensless holographic microscopy to image biological samples // *Optics letters*. 2013. 38(17): 3205-3207.
- Mendoza-Yero et al., 2016 – Mendoza-Yero O., Carbonell-Leal M., Lancis J., García-Sucerquia J. Second-harmonic illumination to enhance multispectral digital lensless holographic microscopy // *Optics letters*. 2016. 41(5): 1062-1065.
- Micó, Zalevsky, 2010 – Micó V., Zalevsky Z. Superresolved digital in-line holographic microscopy for high-resolution lensless biological imaging // *Journal of biomedical optics*. 2010. 15(4): 046027.

- [Mochi et al., 2017](#) – Mochi I., Helfenstein P., Mohacsi I., Rajendran R., Kazazis D., Yoshitake S., Ekinci Y. RESCAN: an actinic lensless microscope for defect inspection of EUV reticles // *Journal of Micro/Nanolithography, MEMS, and MOEMS*. 2017. 16(4): 041003.
- [Moehrle, 2005](#) – Moehrle M.G. What is TRIZ? From conceptual basics to a framework for research // *Creativity and innovation management*. 2005. 14(1): 3-13.
- [Notchenko, Gradov, 2013](#) – Notchenko A.V., Gradov O.V. A five-axis arm-manipulator laser system & an algorithm for digital processing of output data for recording and morpho-topological identification of cells and tissue structures // *Visualization, Image Processing and Computation in Biomedicine*. 2013. 2. ID: 2013005967.
- [Obimah, 2018](#) – Obimah D. Cost control systems in the construction industry; A critical assessment into the inclusion of 'tracking amortization of advanced payment' as an indicator for project performance in Ireland and the United Kingdom (Doctoral dissertation, Dublin Business School). 2018.
- [Oh et al., 2010](#) – Oh C., Isikman S. O., Khademhosseini B., Ozcan A. On-chip differential interference contrast microscopy using lensless digital holography // *Optics Express*. 2010. 18(5): 4717-4726.
- [Ong et al., 2019](#) – Ong L.L.S., Zhu H., Banik D., Guan Z., Feng Y., Reinherz E.L., Lang M.J., Asada H.H. A Robotic Microscope System to Examine T Cell Receptor Acuity Against Tumor Neoantigens: A New Tool for Cancer Immunotherapy Research // *IEEE Robotics and Automation Letters*. 2019. 4(2): 1760-1767.
- [Oppenlander et al., 2014](#) – Oppenlander M.E., Chowdhry S.A., Merkl B., Hattendorf G.M., Nakaji P., Spetzler R.F. Robotic aut positioning of the operating microscope // *Operative Neurosurgery*. 2014. 10(2): 214-219.
- [Paap, Katz, 2004](#) – Paap J., Katz R. Anticipating disruptive innovation // *Research-Technology Management*. 2004. 47(5): 13-22.
- [Pitrone et al., 2013](#) – Pitrone P.G., Schindelin J., Stuyvenberg L., Preibisch S., Weber M., Eliceiri K.W., Huisken J., Tomancak P. OpenSPIM: an open-access light-sheet microscopy platform // *Nature Methods*. 2013. 10(7): 598-599.
- [Pitrone et al., 2015](#) – Pitrone P.G., Schindelin J., Eliceiri K.W., Tomancak P. OpenSPIM: A do-it-yourself open access light sheet fluorescence microscope // *Microscopy and Analysis*. 2015. 29(16): 7-11.
- [Pudlowski, 2009](#) – Pudlowski E.M. Managing human resource cost in a declining economic environment // *Benefits Quarterly*. 2009. 25(4): 37.
- [Rahim, Baets, 2020](#) – Rahim A., Baets R.G. Is the silicon photonics ecosystem ready to empower fabless end-users? (Conference Presentation) // *Proc. SPIE*. 2020. 11364: 113640R.
- [Raymondson et al., 2009](#) – Raymondson D.A., Sandberg R.L., Schlotter W.F., Raines K., Chan L.O., Paul A., Sakdinawat A.E., Murnane M.M., Kapteyn H.C., Miao J. Lensless Microscopy and Holography with 60 nm Resolution using Tabletop Coherent Soft X-Rays // *Ultrafast Phenomena*. 2009. XVI: 146-148.
- [Repetto et al., 2004](#) – Repetto L., Piano E., Pontiggia C. Lensless digital holographic microscope with light-emitting diode illumination // *Optics letters*. 2004. 29(10): 1132-1134.
- [Repetto et al., 2005](#) – Repetto L., Chittofrati R., Piano E., Pontiggia C. Infrared lensless holographic microscope with a vidicon camera for inspection of metallic evaporations on silicon wafers // *Optics communications*. 2005. 251(1-3): 44-50.
- [Rocha et al., 2019](#) – Rocha M., Reyer M., Alvarado W., Glauninger H., Hoinville M., Kroll K., MacDonald M., Rouviere E., Schnitkey D., Veseli I., Wasserman S. Construction of an Openspim Light-Sheet Microscope for the Study of Neural Crest Migration in Danio Rerio // *Biophysical Journal*. 2019. 116(3): 425a-426a.
- [Rossberger, 2014](#) – Rossberger R.J. National personality profiles and innovation: The role of cultural practices // *Creativity and Innovation Management*. 2014. 23(3): 331-348.
- [Rostykus et al., 2018](#) – Rostykus M., Rossi M., Moser C. Compact lensless subpixel resolution large field of view microscope // *Optics letters*. 2018. 43(8): 1654-1657.
- [Ryle et al., 2010](#) – Ryle J.P., McDonnell S., Sheridan J.T. Multispectral lensless digital in-line holographic microscope: LED illumination // *Optical Modelling and Design*. 2010. 7717: 77170P.
- [Sandberg et al., 2008](#) – Sandberg R.L., Song C., Wachulak P.W., Raymondson D.A., Paul A., Amirbekian B., Sakdinawat A.E., Lee E., La-O-Vorakiat C., Marconi M.C., Menoni C.S. 70 nm

lensless diffractive microscopy using tabletop soft x-ray sources / *Conference on Lasers and Electro-Optics*. 2008, May. P. CMCC5. Optical Society of America.

[Sasagawa et al., 2018](#) – Sasagawa K., Kimura A., Haruta M., Noda T., Tokuda T., Ohta J. Time-Lapse Observation of Cultured Cells by Lensless Fluorescent Imaging // *ITE Technical Rep.* 2018. 42(30): 21-27.

[Sauer et al., 2017](#) – Sauer D., Jackson J., Durfee D. Progress on developing an MRI analog lensless imaging technique using laser interference patterns // *Bulletin of the American Physical Society*. 2017. 62(17). Abstract: G1.00014.

[Schmidt et al., 2008](#) – Schmidt G.M., Druehl C.T. (2008). When is a disruptive innovation disruptive? // *Journal of product innovation management*. 2008. 25(4): 347-369.

[Scholz et al., 2018](#) – Scholz G., Mariana S., Syamsu I., Dharmawan A.B., Schulze T., Mattern K., Hörmann P., Hartmann J., Dietzel A., Rustenbeck I., Hiller K. Continuous live-cell culture monitoring by compact lensless LED microscopes // *MDPI Proc.* 2018. 2(13): 877.

[Shelton, 2004](#) – Shelton. What's still holding back China's huge fabless potential-Chinese fabless companies have advantages of proximity to end markets and manufacturing prowess that are not being realized. They must // *Solid State Technology*. 2004. 28: S23.

[Shirwaiker, Okudan, 2008](#) – Shirwaiker R.A., Okudan G.E. TRIZ and axiomatic design: a review of case-studies and a proposed synergistic use // *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2008. 19(1): 33-47.

[Si, Chen, 2020](#) – Si S., Chen H. A literature review of disruptive innovation: What it is, how it works and where it goes // *Journal of Engineering and Technology Management*. 2020. 56: 101568.

[Sobieranski et al., 2015](#) – Sobieranski A.C., Inci F., Tekin H.C., Yuksekkaya M., Comunello E., Cobra D., Von Wangenheim A., Demirci U. Portable lensless wide-field microscopy imaging platform based on digital inline holography and multi-frame pixel super-resolution // *Light: Science & Applications*. 2015. 4(10): e346.

[Song et al., 2020](#) – Song P., Wang R., Zhu J., Wang T., Bian Z., Zhang Z., Zheng G. Super-resolved multispectral lensless microscopy via angle-tilted, wavelength-multiplexed ptychographic modulation // *Optics Letters*. 2020. 45(13): 3486-3489.

[Spreafico, Russo, 2016](#) – Spreafico C., Russo D. TRIZ industrial case studies: a critical survey // *Procedia CIRP*. 2016. 39: 51-56.

[Steel et al., 2012](#) – Steel G.D., Rinne T., Fairweather J. Personality, nations, and innovation: Relationships between personality traits and national innovation scores // *Cross-Cultural Research*. 2012. 46(1): 3-30.

[Stock et al., 2016](#) – Stock R.M., von Hippel E., Gillert N.L. Impacts of personality traits on consumer innovation success // *Research Policy*. 2016. 45(4): 757-769.

[Stratton, Mann, 2003](#) – Stratton R., Mann D. Systematic innovation and the underlying principles behind TRIZ and TOC // *Journal of materials processing Technology*. 2003. 139(1-3): 120-126.

[Su, Lin, 2008](#) – Su C.T., Lin C.S. A case study on the application of Fuzzy QFD in TRIZ for service quality improvement // *Quality & Quantity*. 2008. 42(5): 563-578.

[Takehara et al., 2014](#) – Takehara H., Sasagawa K., Noda T., Tokuda T., Kim S.H., Iino R., Noji H., Ohta J. A design of lensless fluorescent measurement system for digital ELISA // *ITE Technical Report*. 2014. 38(1): 35-38.

[Tamaki et al., 1998](#) – Tamaki N., Ehara K., Nakamura M., Yamashita H., Tamura S. Neuronavigation Microsurgery for Critical Area Lesions Using Robotic Microscope // *Neurosurgery*. 1998. 43(3): 707.

[Temiz, 2020](#) – Temiz Y. The LEGO microscope: A valuable lab tool began as a DIY project-[Hands on] // *IEEE Spectrum*. 2020. 57(5): 16-18.

[Tobon-Maya et al., 2021](#) – Tobon-Maya H., Zapata-Valencia S., Zora-Guzmán E., Buitrago-Duque C., García-Sucerquía J. Open-source, cost-effective, portable, 3D-printed digital lensless holographic microscope // *Applied Optics*. 2021. 60(4): A205-A214.

[Tonna, Rogers, 1968](#) – Tonna E.A., Rogers E.J. Microscopic photodensitometry and microspectrophotometry using a fixed double-aperture optical system and an electronically controlled automatic scanning microscope stage // *Journal of the Royal Microscopical Society*. 1968. 88(1): 71-84.

- Van Elburg et al., 2007 – Van Elburg H.J., Kuypers L.C., Decraemer W.F., Dirckx J.J.J. Improved correction of axial geometrical distortion in index-mismatched fluorescent confocal microscopic images using high-aperture objective lenses // *Journal of microscopy*. 2007. 228(1): 45-54.
- Veldhuis et al., 2005 – Veldhuis J.H., Brodland G.W., Wiebe C. J., Bootsma G.J. Multiview robotic microscope reveals the in-plane kinematics of amphibian neurulation // *Annals of biomedical engineering*. 2005. 33(6): 821-828.
- Vos et al., 2021 – Vos Bart E., Emil Betz Blesa, Timo Betz Designing a high-resolution, LEGO-based microscope for an educational setting. *bioRxiv*. 2021.
- Wang et al., 2017 – Wang M., Feng S., Wu J. Multilayer pixel super-resolution lensless in-line holographic microscope with random sample movement // *Scientific reports*. 2017. 7(1): 1-8.
- Wang et al., 2019 – Wang M., Feng S., Wu J. Pixel super-resolution lensless in-line holographic microscope with hologram segmentation // *Chinese Optics Letters*. 2019. 17(11): 110901.
- Weibel, 1970 – Weibel E.R. An automatic sampling stage microscope for stereology // *Journal of microscopy*. 1970. 91(1): 1-18.
- Xu et al., 2016 – Xu B., Yu Y., Liu Q., Li Q., Gong P. Research on opto-mechatronic biological microscope design // *Optik*. 2016. 127(2): 937-941.
- Yamashina et al., 2002 – Yamashina H., Ito T., Kawada H. Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ // *International Journal of Production Research*. 2002. 40(5): 1031-1050.
- Yang, Chen, 2012 – Yang C.J., Chen J.L. Forecasting the design of eco-products by integrating TRIZ evolution patterns with CBR and Simple LCA methods // *Expert Systems with Applications*. 2012. 39(3): 2884-2892.
- Yang et al., 2018 – Yang C., Ma H., Cao X., Hua X., Bu X., Zhang L., Yue T., Yan F. Resolution-Enhanced Lensless Color Shadow Imaging Microscopy Based on Large Field-of-View Submicron-Pixel Imaging Sensors // *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*. 2018. Pp. 2246-2253.
- Yeh et al., 2011 – Yeh C.H., Huang J.C., Yu C.K. Integration of four-phase QFD and TRIZ in product R&D: a notebook case study // *Research in Engineering Design*. 2011. 22(3): 125-141.
- Yoon, 2009 – Yoon M. Modeling the evolution of firm boundaries and performances of NISs: “history-friendly” models of the fabless ecosystem and the specialization of Korea and Taiwan (Doctoral dissertation, Seoul National University Graduate School). 2009.
- Ze-Jun, 2012 – Ze-Jun L.I. An Automatic Moving Stage with Bar Mechanism in Optical Microscope // *Energy Procedia*. 2012. 17: 561-566.
- Zeng et al., 2020 – Zeng B., Tong M., Ma X. A new-structure grey Verhulst model: development and performance comparison // *Applied Mathematical Modelling*. 2020. 81: 522-537.
- Zuo et al., 2015a – Zuo C., Sun J., Zhang J., Hu Y., Chen Q. Lensless transport-of-intensity phase microscopy and tomography with a color LED matrix // *Proc. SPIE*. 2015. 9524: 95241P.
- Zuo et al., 2015b – Zuo C., Sun J., Zhang J., Hu Y., Chen Q. Lensless phase microscopy and diffraction tomography with multi-angle and multi-wavelength illuminations using a LED matrix // *Optics express*. 2015. 23(11): 14314-14328.

References

- Adinda-Ougba et al., 2015 – Adinda-Ougba, A., Kabir, B., Koukourakis, N., Mitschker, F., Gerhardt, N.C., Hofmann, M.R. (2015). Compact low-cost lensless digital holographic microscope for topographic measurements of microstructures in reflection geometry. *Proc. SPIE*. 9628: 962818.
- Adinda-Ougba et al., 2015 – Adinda-Ougba, A., Koukourakis, N., Gerhardt, N.C., Hofmann, M.R. (2015). Simple concept for a wide-field lensless digital holographic microscope using a laser diode. *Current Directions in Biomedical Engineering*. 1(1): 261-264.
- Åmo, Kolvereid, 2005 – Åmo, B.W., Kolvereid, L. (2005). Organizational strategy, individual personality and innovation behavior. *Journal of Enterprising Culture*. 13(01): 7-19.
- Antoni et al., 2015 – Antoni, S.T., Sonnenburg, C., Saathoff, T., Schlaefer, A. (2015). Feasibility of interactive gesture control of a robotic microscope. *Current Directions in Biomedical Engineering*. 1(1): 164-167.

- Aynampudi, 2012 – Subbarao, Aynampudi, India: A Fab-Less Wonder: Case of SMDP (October 2, 2012). [Electronic resource]. URL: <https://ssrn.com/abstract=2155540> DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2155540>
- Baidun et al., 2003 – Baidun, L.V., Kashpor, S.A., Parpara, A.A., Pliashunova, S.A., Piatnitskiĭ, A.M., Smetanina, N.S., Sokolinskiĭ, B.Z. (2003). Automatic erythrocytometry in a robotized microscope MEKOS-Ts1. *Klinicheskaiia laboratornaia diagnostika*. (6): 39-42. [in Russian]
- Bariani et al., 2004 – Bariani, P.F., Berti, G.A., Lucchetta, G. (2004). A combined DFMA and TRIZ approach to the simplification of product structure. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*. 218(8): 1023-1027.
- Birch et al., 2017 – Birch, G.C., LaCasse IV, C.F., Dagel, A.L., Woo, B.L. (2017). Lensless computational imaging using 3D printed transparent elements. *Proc SPIE*. 10222: 1022208.
- Bishara et al., 2011 – Bishara, W., Sikora, U., Mudanyali, O., Su, T.W., Yaglidere, O., Luckhart, S., Ozcan, A. (2011). Holographic pixel super-resolution in portable lensless on-chip microscopy using a fiber-optic array. *Lab on a Chip*. 11(7): 1276-1279.
- Bonsato et al., 1998 – Bonsanto, M.M., Staubert, A., Samii, A., Wirtz, C.R., Tronnier, V.M., Knauth, M., Sommer, C., Kunze, S. (1998). Robotic guided endoscopy with the MKM microscope- An in-vitro study. *Zentralblatt fur Neurochirurgie*. 59: P24-P24.
- Burgess, 2006 – Burgess, D.S. (2006). Lensless X-ray microscopy images nanocrystals. *Photonics Spectra*. 40(9): 102-102.
- Bykovskii et al., 1969 – Bykovskii, Y.A., Larkin, A.I., Markilov, A.A., Ryabova, R.V., Samoilovich, D.M. (1969). New High-Resolution Photographic Emulsions and Their Investigation by Means of Holographic Resolvometry. *Soviet Physics Doklady*. 14: 246. [Trans. Rus. Ver.: *Doklady Akademii Nauk*. 185(3): 552-554].
- Cascini, Russo, 2007 – Cascini, G., Russo, D. (2007). Computer-aided analysis of patents and search for TRIZ contradictions. *International Journal of Product Development*. 4(1-2): 52-67.
- Cavallucci, Khomenko, 2007 – Cavallucci, D., Khomenko, N. (2007). From TRIZ to OTSM-TRIZ: addressing complexity challenges in inventive design. *International Journal of Product Development*. 4(1-2): 4-21.
- Chakravarthi et al., 2018 – Chakravarthi, S., Rovin, R., Kassam, A. (2018). Microsurgical clipping of an anterior communicating artery aneurysm using a novel robotic visualization tool in lieu of the binocular operating microscope: operative video. *Operative Neurosurgery*. 15(3): E28-E28.
- Chechurin, Borgianni, 2016 – Chechurin, L., Borgianni, Y. (2016). Understanding TRIZ through the review of top cited publications. *Computers in Industry*. 82: 119-134.
- Chen, Liu, 2001 – Chen, J.L., Liu, C.C. (2001). An eco-innovative design approach incorporating the TRIZ method without contradiction analysis. *The Journal of Sustainable Product Design*. 1(4): 263-272.
- Chen et al., 2021 – Chen, S., Qiu, H., Xiao, H., He, W., Mou, J., Siponen, M. (2021). Consumption behavior of eco-friendly products and applications of ICT innovation. *Journal of Cleaner Production*. 287: 125436.
- Christensen et al., 2018 – Christensen, C.M., McDonald, R., Altman, E.J., Palmer, J.E. (2018). Disruptive innovation: An intellectual history and directions for future research. *Journal of Management Studies*. 55(7): 1043-1078.
- Collins et al., 2020 – Collins, J.T., Knapper, J., Stirling, J., Mduda, J., Mkindi, C., Mayagaya, V., Mwakajinga, G.A., Nyakyi, P.T., Sanga, V.L., Carbery, D., White, L. (2020). Robotic microscopy for everyone: the OpenFlexure Microscope. *Biomedical Optics Express*. 11(5): 2447-2460.
- Cong, Tong, 2008 – Cong, H., Tong, L.H. (2008). Grouping of TRIZ Inventive Principles to facilitate automatic patent classification. *Expert Systems with Applications*. 34(1): 788-795.
- Coskun et al., 2010a – Coskun, A.F., Su, T.W., Ozcan, A. (2010). Lensless On-Chip Fluorescent Imaging Over an Ultra Wide Field-of-View. *Proc. ASME*. 49453: 51-52.
- Coskun et al., 2010b – Coskun, A.F., Sencan, I., Su, T. W., Ozcan, A. (2010). Lensless wide-field fluorescent imaging on a chip using compressive decoding of sparse objects. *Optics express*. 18(10): 10510-10523.
- Coskun et al., 2011a – Coskun, A.F., Sencan, I., Su, T.W., Ozcan, A. (2011). Wide-field lensless fluorescent microscopy using a tapered fiber-optic faceplate on a chip. *Analyst*. 136(17): 3512-3518.

- Coskun et al., 2011b – Coskun, A.F., Su, T.W., Sencan, I., Ozcan, A. (2011). Lensless fluorescent microscopy on a chip. *Journal of visualized experiments: JoVE*. 54.
- Crawford-Young et al., 2018 – Crawford-Young, S.J., Dittapongpitch, S., Gordon, R., Harrington, K.I. (2018). Acquisition and reconstruction of 4D surfaces of axolotl embryos with the flipping stage robotic microscope. *Biosystems*. 173: 214-220.
- Dai et al., 2010 – Dai, B., Zhu, D., Jaroensri, R., Kulalert, K., Pianetta, P., Pease, R.F.W. (2010). Optical and computed evaluation of keyhole diffractive imaging for lensless x-ray microscopy. *Journal of Vacuum Science & Technology B, Nanotechnology and Microelectronics: Materials, Processing, Measurement, and Phenomena*. 28(6): C6Q1-C6Q5.
- Delikoyun et al., 2020 – Delikoyun, K., Keçili, S., Tekin, H.C. (2020, October). Nanoparticle Detection with Portable and Low-Cost Lensless Holographic Microscopy Platform. *2020 28th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*. Pp. 1-4. IEEE.
- Dong et al., 2004 – Dong, C.Y., Yu, B., Kaplan, P.D., So, P.T. (2004). Performances of high numerical aperture water and oil immersion objective in deep-tissue, multi-photon microscopic imaging of excised human skin. *Microscopy research and technique*. 63(1): 81-86.
- Donoghue, 1997 – Donoghue, M. (1997). Mill's affirmation of the classical wage fund doctrine. *Scottish Journal of Political Economy*. 44(1): 82-99.
- Evans, 2014 – Evans, M. (2014). An alternative approach to estimating the parameters of a generalised Grey Verhulst model: An application to steel intensity of use in the UK. *Expert Systems with Applications*. 41(4): 1236-1244.
- Ferchaud et al., 2016 – Ferchaud, V.A., Qi, Y., Chin, K.L. (2016). Localization of UV Absorbing Compounds in Nuttall Oak (*Quercus nuttallii*) Leaves Using Naturstoffreagenz-A (NA) and the Leica DMI6000 B Inverted Robotic Microscope. *Microscopy and Microanalysis*. 22(S3): 1204-1205.
- Franceschi et al., 1987 – Franceschi, J., Tiefenbach, P., Trinquier, J., Jouffrey, B. (1987). Robotic electron-microscope for nondestructive monitoring of a flexible production line. *Journal de Microscopie et de Spectroscopie Electroniques*. 12(3): A20.
- Fresnel et al., 2017 – Fernsler, J., Nguyen, V., Wallum, A., Benz, N., Hamlin, M., Pilgram, J., Vanderpoel, H., Lau, R. (2017). A LEGO Mindstorms Brewster angle microscope. *American Journal of Physics*. 85(9): 655-662.
- Gabba et al., 2012 – Gabba, S., Dorji, T., Grazioli, V., Albini, A. (2012). Detection of Circulating Tumour Cells on the Basis of Cytomorphology, Immunofluorescence and in Situ Hybridization with the Aid of a "Robotized Microscope": from Bench to Bedside. *European Journal of Cancer*. 48: S28.
- Garcia-Sucerquia, 2012 – Garcia-Sucerquia, J. (2012). Color lensless digital holographic microscopy with micrometer resolution. *Optics letters*. 37(10): 1724-1726.
- Garcia-Sucerquia, 2012 – Garcia-Sucerquia, J. (2012, August). White-light light-emitting diode to simplify color digital lensless holographic microscopy. *2012 11th Euro-American Workshop on Information Optics*. Pp. 1-3. IEEE.
- Garcia-Sucerquia, 2015 – Garcia-Sucerquia, J. (2015). Multispectral digital lensless holographic microscopy: from femtosecond laser to white light LED. *Journal of Physics: Conference Series*. 605: 012011.
- Garcia-Sucerquia, 2016 – Garcia-Sucerquia, J. (2016). Color digital lensless holographic microscopy: laser versus led illumination. *Applied optics*. 55(24): 6649-6655.
- Ghazali et al., 2020 – Ghazali, N., Attardo, G., Markose, G. (2020). Modification of the microscope drape to provide a closed surgical field in transoral robotic surgery. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 58(7): 867-868.
- Girstmaier et al., 2016 – Girstmaier, J., Zakrzewski, A., Lapraz, F., Handberg-Thorsager, M., Tomancak, P., Pitrone, P.G., Simpson, F., Telford, M.J. (2016). Light-sheet microscopy for everyone? Experience of building an OpenSPIM to study flatworm development. *BMC developmental biology*. 16(1): 1-16.
- Gobble, 2016 – Gobble, M.M. (2016). Defining disruptive innovation. *Research-Technology Management*. 59(4): 66-71.
- Goldsmith, 1984 – Goldsmith, R.E. (1984). Personality characteristics associated with adaption-innovation. *The Journal of psychology*. 117(2): 159-165.

- Göring et al., 2017 – Göring, L., Finkeldey, M., Adinda-Ougba, A., Gerhardt, N.C., Hofmann, M. (2017). Lensless digital holographic microscope using in-line configuration and laser diode illumination. *Proc. SPIE*. 10127: 101270V.
- Gradov, 2019 – Gradov, O.V. (2019). Analog Non-Coherent Spectrozoal Lens-less Microscopy of Hydra sp. (Phylum Cnidaria, Class Hydrozoa) with combined Raster Scan and Cross-Band Shifting. *Central European Journal of Zoology*. 5(1): 24-45.
- Gradov, 2025 – Gradov, O. (2025). Lens-less instrumentation based on triz in the context of innovational economics: Resolution of contradictions between r- and k-strategies. In TRIZfest-2025 (Abstracts). DOI: 10.54985/peeref.2511a8189123
- Granero et al., 2016 – Granero, L., Ferreira, C., Zalevsky, Z., García, J., Micó, V. (2016). Single-exposure super-resolved interferometric microscopy by RGB multiplexing in lensless configuration. *Optics and Lasers in Engineering*. 82: 104-112.
- Guo et al., 2005 – Guo, Z., Song, X., Ye, J. (2005). A Verhulst model on time series error corrected for port throughput forecasting. *Journal of the Eastern Asia society for Transportation studies*. 6: 881-891.
- Gurram et al., 2020 – Gurram, H.P.R., Galande, A.S., John, R. (2020). Nanometric depth phase imaging using low-cost on-chip lensless inline holographic microscopy. *Optical Engineering*. 59(10): 104105.
- Hammadi, Morin, 2006 – Hammadi, Z., Morin, R. (2006). Lensless electron reflection microscopy using a coaxial point-source structure. *Ultramicroscopy*. 106(6): 480-485.
- Han et al., 1992 – Han, C., Liu, B., Chi, X. F., Li, W. (1992). MTF measurement for testing microscopic objective. *Proc. SPIE*. 1531: 283-291.
- Hao, 1997 – Hao, P. (1997). Design of Optical System for New CCD Microscopic Objective. *Acta Optica Sinica*. 17: 828-830.
- Harada et al., 2013 – Harada, T., Nakasuji, M., Nagata, Y., Watanabe, T., Kinoshita, H. (2013). Phase imaging of EUV masks using a lensless EUV microscope. *Proc. SPIE*. 8701: 870119.
- Hassan et al., 2020 – Hassan, A., Khan, S., Rasul, K., Hussain, A. (2020). Lensless on-chip LED array microscope using amplitude and phase masks. *JOSA B*. 37(12): 3652-3659.
- Heer et al., 2018 – Heer, R., Krieger, S., Geleff, S., Schotter, J., Wu, W., Scholz, G., Wasisto, H.S. (2018). Preparation and integration of a multi-wavelength LED matrix for testing light cell interaction in a novel lens less optical microscope. *MDPI Proc*. 2(13): 1074.
- Hochberg, Baehr-Jones, 2010 – Hochberg, M., Baehr-Jones, T. (2010). Towards fabless silicon photonics. *Nature photonics*. 4(8): 492-494.
- Hochberg et al., 2013 – Hochberg, M., Harris, N.C., Ding, R., Zhang, Y., Novack, A., Xuan, Z., Baehr-Jones, T. (2013). Silicon photonics: the next fabless semiconductor industry. *IEEE Solid-State Circuits Magazine*. 5(1): 48-58.
- Hollander, 1984 – Hollander, S. (1984). J.S. Mill on "Derived Demand" and the Wage-Fund Theory Recantation. *Eastern Economic Journal*. 10(1): 87-98.
- Hsieh et al., 2014 – Hsieh, T.H., Tsai, Y.C., Kao, C.J., Chang, Y.M., Lu, Y.W. (2014). A conceptual atomic force microscope using LEGO for nanoscience education. *Int. J. Autom. Smart Technol*. 4: 113-121.
- Hung, Yang, 2003 – Hung, S.W., Yang, C. (2003). The IC fabless industry in Taiwan: current status and future challenges. *Technology in Society*. 25(3): 385-402.
- Husain, 2004 – Husain, A. (2004). New synergy in the fabless arena: the Korea-India connection. *Solid State Technology*. 47(11): S9.
- Hussain et al., 2019 – Hussain, A., Li, Y., Liu, D., Bian, Y., Kuang, C., Liu, X. (2019). Axial scanning in lensless microscopy to achieve high resolution. *Applied Physics B*. 125(3): 43.
- Ilevbare et al., 2013 – Ilevbare, I.M., Probert, D., Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. *Technovation*. 33(2-3): 30-37.
- Imanbekova et al., 2020 – Imanbekova, M., Perumal, A.S., Kheireddine, S., Nicolau, D.V., Wachsmann-Hogiu, S. (2020). Lensless, reflection-based dark-field microscopy (RDFM) on a CMOS chip. *Biomedical Optics Express*. 11(9): 4942-4959.
- Issa, Eid, 2013 – Issa, U.H., Eid, M.A. (2013). An application of genetic algorithms to time-cost-quality trade-off in construction industry. *Civil and Environmental Research*. 3(12): 11-19.
- Jacobsen, 2005 – Jacobsen, C. (2005, March). Biological x-ray microscopy: from biochemical mapping to lensless imaging. *APS March Meeting Abstracts*. Pp. P2-003.

- Jacoby, 1971 – Jacoby, J. (1971). Personality and innovation proneness. *Journal of Marketing Research*. 8(2): 244-247.
- Jiang, Hung, 2015 – Jiang, R.S., Hung, C.Y. (2015). The R&D Strategies of Fabless Semiconductor Companies in Taiwan, China, and the United States: Risk-based perspectives. *Journal of Science and Technology Management (科技管理學刊)*. 20(2): 1-24.
- Kanka et al., 2011 – Kanka, M., Riesenberger, R., Petruck, P., Graulig, C. (2011). High resolution (NA= 0.8) in lensless in-line holographic microscopy with glass sample carriers. *Optics letters*. 36(18): 3651-3653.
- Kantelhardt et al., 2013 – Kantelhardt, S.R., Finke, M., Schweikard, A., Giese, A. (2013). Evaluation of a completely robotized neurosurgical operating microscope. *Neurosurgery*. 72(suppl_1): A19-A26.
- Khan et al., 2019 – Khan, M.U., Xing, Y., Ye, Y., Bogaerts, W. (2019). Photonic integrated circuit design in a foundry+ fabless ecosystem. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*. 25(5): 1-14.
- Kim et al., 2007 – Kim, J.H., Cha, J.J., Jang, I.S., Park, J.H., Yoon, B.J. (2007). SoC/IP Development Trends of Korean Fabless. *Electronics and Telecommunications Trends*. 22(5): 78-85.
- King, Baatartogtokh, 2015 – King, A.A., Baatartogtokh, B. (2015). How useful is the theory of disruptive innovation? *MIT Sloan Management Review*. 57(1): 77.
- Kirton, De Ciantis, 1986 – Kirton, M.J., De Ciantis, S.M. (1986). Cognitive style and personality: The Kirton adaption-innovation and Cattell's sixteen personality factor inventories. *Personality and Individual Differences*. 7(2): 141-146.
- Klinger et al., 2018 – Klinger, D.R., Reinard, K.A., Ajayi, O.O., Delashaw Jr, J.B. (2018). Microsurgical clipping of an anterior communicating artery aneurysm using a novel robotic visualization tool in lieu of the binocular operating microscope: operative video. *Operative Neurosurgery*. 14(1): 26-28.
- Konstantinov et al., 1966 – Konstantinov, V., Ostrovskii, I., Zaidel, A. (1966). Laser resolvometry(Interferential method of testing high resolution photographic emulsions, using laser as light source). *Zhurnal Nauchnoi i Prikladnoi Fotografii i Kinematografii*. 11: 381. [in Russian]
- Kravchuk et al., 2017 – Kravchuk, P.V., Makushin, M.V., Styazhkin, A.N., Fomina, A.V. (2017). Development of fabless-industry in China and the value of its experience for domestic design centers. *Voprosy radioelektroniki*. 1: 90-103.
- Lan et al., 2015 – Lan, G., Mauger, T.F., Li, G. (2015). Design of high-performance adaptive objective lens with large optical depth scanning range for ultrabroad near infrared microscopic imaging. *Biomedical optics express*. 6(9): 3362-3377.
- LaPedus, 1996 – LaPedus, M. (1996). China focus: Fabless design. *Electronic Buyers' News*. 1035: 10-10.
- LaPedus, 1997 – LaPedus, M. (1997). Fabless IC-design house SIS files IPO in Taiwan. *Electronic Buyers' News*. 1070: 12.
- Lauer et al., 2002 – Lauer, W., Esser, M., Radermacher, K. (2002). Development of a compact, semi-robotic platform for an electronic surgical microscope. *Biomedizinische Technik. Biomedical engineering*. 47: 6-8.
- Lauer et al., 2006 – Lauer, W., Serefoglou, S., Ibach, B., Perneczky, A., Lutze, T., Radermacher, K. (2006). Semi-robotic microscope-platform for endoscopically-assisted neurosurgery. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. 1: 209-211.
- Lee et al., 2011 – Lee, M., Yaglidere, O., Ozcan, A. (2011). Field-portable reflection and transmission microscopy based on lensless holography. *Biomedical Optics Express*. 2(9): 2721-2730.
- Li, Maiden, 2018 – Li, P., Maiden, A. (2018). Lensless LED matrix ptychographic microscope: problems and solutions. *Applied optics*. 57(8): 1800-1806.
- Li et al., 2019 – Li, Y., Zheng, R., Wu, Y., Chu, K., Xu, Q., Sun, M., Smith, Z.J. (2019). A low-cost, automated parasite diagnostic system via a portable, robotic microscope and deep learning. *Journal of biophotonics*. 12(9): e201800410.
- Li et al., 2021 – Li, Z., Zuo, C., Chen, Q. (2021). An auto-focusing reflection-type lens-less digital holographic microscope. *Proc. SPIE*. 11761: 117611I.
- Liu, Hua, 2011 – Liu, S., Hua, H. (2011). Extended depth-of-field microscopic imaging with a variable focus microscope objective. *Optics express*. 19(1): 353-362.

- [Liu et al., 2019](#) – Liu, D., Li, Y., Hussain, A., Bian, Y., Kuang, C., Liu, X. (2019). Probe separation and noise suppression in lensless microscopy. *Applied Physics B*. 125(7): 1-7.
- [Liu et al., 2020](#) – Liu, Z., Feng, J., Wang, J. (2020). Resource-constrained innovation method for sustainability: application of morphological analysis and TRIZ inventive principles. *Sustainability*. 12(3): 917.
- [Lu et al., 2004](#) – Lu, L.Y., Hung, S. W., Yang, C. (2004). Successful factors of the fabless IC industry in Taiwan. *International journal of manufacturing technology and management*. 6(1-2): 98-111.
- [Lu et al., 2010](#) – Lu, W.M., Wang, W.K., Tung, W.T., Lin, F. (2010). Capability and efficiency of intellectual capital: The case of fabless companies in Taiwan. *Expert Systems with Applications*. 37(1): 546-555.
- [Mandel, 2008](#) – Mandel, M.J. (2008). Innovation Economics Shows How Smart Ideas Turn Into Jobs and Growth. *Business Week*. September 22, 52-70.
- [Mao et al., 1997](#) – Miao, Z., Liu, S., Xuan, Z., Zhao, Q., Liu, R. (1997). Color television microscope with an automatic stage. *Zhongguo yi Liao qi xie za zhi = Chinese Journal of Medical Instrumentatio*. 21(5): 276-278. [Chinese]
- [Markides, 2006](#) – Markides, C. (2006). Disruptive innovation: In need of better theory. *Journal of product innovation management*. 23(1): 19-25.
- [Marx, 2016](#) – Marx, V. (2016). Microscopy: OpenSPIM 2.0. *Nature methods*. 13(12): 979-982.
- [Melvin et al., 2007](#) – Melvin, N.R., Poda, D., Sutherland, R.J. (2007). A simple and efficient alternative to implementing systematic random sampling in stereological designs without a motorized microscope stage. *Journal of microscopy*. 228(1): 103-106.
- [Mendoza-Yero et al., 2013](#) – Mendoza-Yero, O., Calabuig, A., Tajahuerce, E., Lancis, J., Andrés, P., García-Sucerquia, J. (2013). Femtosecond digital lensless holographic microscopy to image biological samples. *Optics letters*. 38(17): 3205-3207.
- [Mendoza-Yero et al., 2016](#) – Mendoza-Yero, O., Carbonell-Leal, M., Lancis, J., Garcia-Sucerquia, J. (2016). Second-harmonic illumination to enhance multispectral digital lensless holographic microscopy. *Optics letters*. 41(5): 1062-1065.
- [Micó, Zalevsky, 2010](#) – Micó, V., Zalevsky, Z. (2010). Superresolved digital in-line holographic microscopy for high-resolution lensless biological imaging. *Journal of biomedical optics*. 15(4): 046027.
- [Mochi et al., 2017](#) – Mochi, I., Helfenstein, P., Mohacsi, I., Rajendran, R., Kazazis, D., Yoshitake, S., Ekinici, Y. (2017). RESCAN: an actinic lensless microscope for defect inspection of EUV reticles. *Journal of Micro/Nanolithography, MEMS, and MOEMS*. 16(4): 041003.
- [Moehrle, 2005](#) – Moehrle, M.G. (2005). What is TRIZ? From conceptual basics to a framework for research. *Creativity and innovation management*. 14(1): 3-13.
- [Notchenko, Gradov, 2013](#) – Notchenko, A.V., Gradov, O.V. (2013). A five-axis arm-manipulator laser system & an algorithm for digital processing of output data for recording and morpho-topological identification of cells and tissue structures. *Visualization, Image Processing and Computation in Biomedicine*. 2. ID: 2013005967.
- [Obimah, 2018](#) – Obimah, D. (2018). Cost control systems in the construction industry; A critical assessment into the inclusion of 'tracking amortization of advanced payment' as an indicator for project performance in Ireland and the United Kingdom (Doctoral dissertation, Dublin Business School).
- [Oh et al., 2010](#) – Oh, C., Isikman, S. O., Khademhosseini, B., Ozcan, A. (2010). On-chip differential interference contrast microscopy using lensless digital holography. *Optics Express*. 18(5): 4717-4726.
- [Ong et al., 2019](#) – Ong, L.L.S., Zhu, H., Banik, D., Guan, Z., Feng, Y., Reinherz, E.L., Lang, M.J., Asada, H.H. (2019). A Robotic Microscope System to Examine T Cell Receptor Acuity Against Tumor Neoantigens: A New Tool for Cancer Immunotherapy Research. *IEEE Robotics and Automation Letters*. 4(2): 1760-1767.
- [Oppenlander et al., 2014](#) – Oppenlander, M.E., Chowdhry, S.A., Merkl, B., Hattendorf, G.M., Nakaji, P., Spetzler, R.F. (2014). Robotic autopositioning of the operating microscope. *Operative Neurosurgery*. 10(2): 214-219.
- [Paap, Katz, 2004](#) – Paap, J., Katz, R. (2004). Anticipating disruptive innovation. *Research-Technology Management*. 47(5): 13-22.

- [Pitrone et al., 2013](#) – Pitrone, P.G., Schindelin, J., Stuyvenberg, L., Preibisch, S., Weber, M., Eliceiri, K.W., Huiskens, J., Tomancak, P. (2013). OpenSPIM: an open-access light-sheet microscopy platform. *Nature Methods*. 10(7): 598-599.
- [Pitrone et al., 2015](#) – Pitrone, P.G., Schindelin, J., Eliceiri, K.W., Tomancak, P. (2015). OpenSPIM: A do-it-yourself open access light sheet fluorescence microscope. *Microscopy and Analysis*. 29(16): 7-11.
- [Pudlowski, 2009](#) – Pudlowski, E.M. (2009). Managing human resource cost in a declining economic environment. *Benefits Quarterly*. 25(4): 37.
- [Rahim, Baets, 2020](#) – Rahim, A., Baets, R.G. (2020). Is the silicon photonics ecosystem ready to empower fabless end-users? (Conference Presentation). *Proc. SPIE*. 11364: 113640R.
- [Raymondson et al., 2009](#) – Raymondson, D.A., Sandberg, R.L., Schlotter, W.F., Raines, K., Chan, L.O., Paul, A., Sakdinawat, A.E., Murnane, M.M., Kapteyn, H.C., Miao, J. (2009). Lensless Microscopy and Holography with 60 nm Resolution using Tabletop Coherent Soft X-Rays. *Ultrafast Phenomena*. XVI: 146-148.
- [Repetto et al., 2004](#) – Repetto, L., Piano, E., Pontiggia, C. (2004). Lensless digital holographic microscope with light-emitting diode illumination. *Optics letters*. 29(10): 1132-1134.
- [Repetto et al., 2005](#) – Repetto, L., Chittofrati, R., Piano, E., Pontiggia, C. (2005). Infrared lensless holographic microscope with a vidicon camera for inspection of metallic evaporations on silicon wafers. *Optics communications*. 251(1-3): 44-50.
- [Rocha et al., 2019](#) – Rocha, M., Reyer, M., Alvarado, W., Glauninger, H., Hoinville, M., Kroll, K., MacDonald, M., Rouviere, E., Schnitkey, D., Veseli, I., Wasserman, S. (2019). Construction of an Openspim Light-Sheet Microscope for the Study of Neural Crest Migration in Danio Rerio. *Biophysical Journal*. 116(3): 425a-426a.
- [Rossberger, 2014](#) – Rossberger, R.J. (2014). National personality profiles and innovation: The role of cultural practices. *Creativity and Innovation Management*. 23(3): 331-348.
- [Rostykus et al., 2018](#) – Rostykus, M., Rossi, M., Moser, C. (2018). Compact lensless subpixel resolution large field of view microscope. *Optics letters*. 43(8): 1654-1657.
- [Ryle et al., 2010](#) – Ryle, J.P., McDonnell, S., Sheridan, J.T. (2010). Multispectral lensless digital in-line holographic microscope: LED illumination. *Optical Modelling and Design*. 7717: 77170P.
- [Sandberg et al., 2008](#) – Sandberg, R.L., Song, C., Wachulak, P.W., Raymondson, D.A., Paul, A., Amirbekian, B., Sakdinawat, A.E., Lee, E., La-O-Vorakiat, C., Marconi, M.C., Menoni, C.S. (2008, May). 70 nm lensless diffractive microscopy using tabletop soft x-ray sources. *Conference on Lasers and Electro-Optics*. P. CMCC5. Optical Society of America.
- [Sasagawa et al., 2018](#) – Sasagawa, K., Kimura, A., Haruta, M., Noda, T., Tokuda, T., Ohta, J. (2018). Time-Lapse Observation of Cultured Cells by Lensless Fluorescent Imaging. *ITE Technical Rep*. 42(30): 21-27.
- [Sauer et al., 2017](#) – Sauer, D., Jackson, J., Durfee, D. (2017). Progress on developing an MRI analog lensless imaging technique using laser interference patterns. *Bulletin of the American Physical Society*. 62(17). Abstract: G1.00014.
- [Schmidt et al., 2008](#) – Schmidt, G.M., Druehl, C.T. (2008). When is a disruptive innovation disruptive? *Journal of product innovation management*. 25(4): 347-369.
- [Scholz et al., 2018](#) – Scholz, G., Mariana, S., Syamsu, I., Dharmawan, A.B., Schulze, T., Mattern, K., Hörmann, P., Hartmann, J., Dietzel, A., Rustenbeck, I., Hiller, K. (2018). Continuous live-cell culture monitoring by compact lensless LED microscopes. *MDPI Proc*. 2(13): 877.
- [Shelton, 2004](#) – Shelton (2004). What's still holding back China's huge fabless potential-Chinese fabless companies have advantages of proximity to end markets and manufacturing prowess that are not being realized. They must. *Solid State Technology*. 28: S23.
- [Shirwaiker, Okudan, 2008](#) – Shirwaiker, R.A., Okudan, G.E. (2008). TRIZ and axiomatic design: a review of case-studies and a proposed synergistic use. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 19(1): 33-47.
- [Si, Chen, 2020](#) – Si, S., Chen, H. (2020). A literature review of disruptive innovation: What it is, how it works and where it goes. *Journal of Engineering and Technology Management*. 56: 101568.
- [Sobieranski et al., 2015](#) – Sobieranski, A.C., Inci, F., Tekin, H.C., Yuksekkaya, M., Comunello, E., Cobra, D., Von Wangenheim, A., Demirci, U. (2015). Portable lensless wide-field

microscopy imaging platform based on digital inline holography and multi-frame pixel super-resolution. *Light: Science & Applications*. 4(10): e346.

[Song et al., 2020](#) – Song, P., Wang, R., Zhu, J., Wang, T., Bian, Z., Zhang, Z., Zheng, G. (2020). Super-resolved multispectral lensless microscopy via angle-tilted, wavelength-multiplexed ptychographic modulation. *Optics Letters*. 45(13): 3486-3489.

[Spreafico, Russo, 2016](#) – Spreafico, C., Russo, D. (2016). TRIZ industrial case studies: a critical survey. *Procedia CIRP*. 39: 51-56.

[Steel et al., 2012](#) – Steel, G.D., Rinne, T., Fairweather, J. (2012). Personality, nations, and innovation: Relationships between personality traits and national innovation scores. *Cross-Cultural Research*. 46(1): 3-30.

[Stock et al., 2016](#) – Stock, R.M., von Hippel, E., Gillert, N.L. (2016). Impacts of personality traits on consumer innovation success. *Research Policy*. 45(4): 757-769.

[Stratton, Mann, 2003](#) – Stratton, R., Mann, D. (2003). Systematic innovation and the underlying principles behind TRIZ and TOC. *Journal of materials processing Technology*. 139(1-3): 120-126.

[Su, Lin, 2008](#) – Su, C.T., Lin, C.S. (2008). A case study on the application of Fuzzy QFD in TRIZ for service quality improvement. *Quality & Quantity*. 42(5): 563-578.

[Takehara et al., 2014](#) – Takehara, H., Sasagawa, K., Noda, T., Tokuda, T., Kim, S.H., Iino, R., Noji, H., Ohta, J. (2014). A design of lensless fluorescent measurement system for digital ELISA. *ITE Technical Report*. 38(1): 35-38.

[Tamaki et al., 1998](#) – Tamaki, N., Ehara, K., Nakamura, M., Yamashita, H., Tamura, S. (1998). Neuronavigation Microsurgery for Critical Area Lesions Using Robotic Microscope. *Neurosurgery*. 43(3): 707.

[Temiz, 2020](#) – Temiz, Y. (2020). The LEGO microscope: A valuable lab tool began as a DIY project-[Hands on]. *IEEE Spectrum*. 57(5): 16-18.

[Tobon-Maya et al., 2021](#) – Tobon-Maya, H., Zapata-Valencia, S., Zora-Guzmán, E., Buitrago-Duque, C., Garcia-Sucerquia, J. (2021). Open-source, cost-effective, portable, 3D-printed digital lensless holographic microscope. *Applied Optics*. 60(4): A205-A214.

[Tonna, Rogers, 1968](#) – Tonna, E.A., Rogers, E.J. (1968). Microscopic photodensitometry and microspectrophotometry using a fixed double-aperture optical system and an electronically controlled automatic scanning microscope stage. *Journal of the Royal Microscopical Society*. 88(1): 71-84.

[Van Elburg et al., 2007](#) – Van Elburg, H.J., Kuypers, L.C., Decraemer, W.F., Dirckx, J.J.J. (2007). Improved correction of axial geometrical distortion in index-mismatched fluorescent confocal microscopic images using high-aperture objective lenses. *Journal of microscopy*. 228(1): 45-54.

[Veldhuis et al., 2005](#) – Veldhuis, J.H., Brodland, G.W., Wiebe, C. J., Bootsma, G.J. (2005). Multiview robotic microscope reveals the in-plane kinematics of amphibian neurulation. *Annals of biomedical engineering*. 33(6): 821-828.

[Vos et al., 2021](#) – Vos, Bart E., Emil Betz Blesa, Timo, Betz (2021). Designing a high-resolution, LEGO-based microscope for an educational setting. *bioRxiv*.

[Wang et al., 2017](#) – Wang, M., Feng, S., Wu, J. (2017). Multilayer pixel super-resolution lensless in-line holographic microscope with random sample movement. *Scientific reports*. 7(1): 1-8.

[Wang et al., 2019](#) – Wang, M., Feng, S., Wu, J. (2019). Pixel super-resolution lensless in-line holographic microscope with hologram segmentation. *Chinese Optics Letters*. 17(11): 110901.

[Weibel, 1970](#) – Weibel, E.R. (1970). An automatic sampling stage microscope for stereology. *Journal of microscopy*. 91(1): 1-18.

[Xu et al., 2016](#) – Xu, B., Yu, Y., Liu, Q., Li, Q., Gong, P. (2016). Research on optomechatronic biological microscope design. *Optik*. 127(2): 937-941.

[Yamashina et al., 2002](#) – Yamashina, H., Ito, T., Kawada, H. (2002). Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ. *International Journal of Production Research*. 40(5): 1031-1050.

[Yang, Chen, 2012](#) – Yang, C.J., Chen, J.L. (2012). Forecasting the design of eco-products by integrating TRIZ evolution patterns with CBR and Simple LCA methods. *Expert Systems with Applications*. 39(3): 2884-2892.

[Yang et al., 2018](#) – Yang, C., Ma, H., Cao, X., Hua, X., Bu, X., Zhang, L., Yue, T., Yan, F. (2018). Resolution-Enhanced Lensless Color Shadow Imaging Microscopy Based on Large Field-of-

View Submicron-Pixel Imaging Sensors. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*. Pp. 2246-2253.

[Yeh et al., 2011](#) – Yeh, C.H., Huang, J.C., Yu, C.K. (2011). Integration of four-phase QFD and TRIZ in product R&D: a notebook case study. *Research in Engineering Design*. 22(3): 125-141.

[Yoon, 2009](#) – Yoon, M. (2009). Modeling the evolution of firm boundaries and performances of NISs: “history-friendly” models of the fabless ecosystem and the specialization of Korea and Taiwan (Doctoral dissertation, Seoul National University Graduate School).

[Ze-Jun, 2012](#) – Ze-Jun, L.I. (2012). An Automatic Moving Stage with Bar Mechanism in Optical Microscope. *Energy Procedia*. 17: 561-566.

[Zeng et al., 2020](#) – Zeng, B., Tong, M., Ma, X. (2020). A new-structure grey Verhulst model: development and performance comparison. *Applied Mathematical Modelling*. 81: 522-537.

[Zuo et al., 2015a](#) – Zuo, C., Sun, J., Zhang, J., Hu, Y., Chen, Q. (2015). Lensless transport-of-intensity phase microscopy and tomography with a color LED matrix. *Proc. SPIE*. 9524: 95241P.

[Zuo et al., 2015b](#) – Zuo, C., Sun, J., Zhang, J., Hu, Y., Chen, Q. (2015). Lensless phase microscopy and diffraction tomography with multi-angle and multi-wavelength illuminations using a LED matrix. *Optics express*. 23(11): 14314-14328.

Стратегии ТРИЗ в разработке безлинзовых оптических систем: от инженерии к демографически согласованной социальной экономике

Олег Валерьевич Градов ^{a, *}

^aФедеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, ФИЦ ХФ РАН, Российская Федерация

Аннотация. Переход от азиатского массового производства и экстенсивной экономики к наукоемким, высокоточным технологиям имеет решающее значение в наше время, поскольку производство перемещается обратно из Азии в Европу и США. Этот сдвиг отражает не только изменение географического производства, но и фундаментальную трансформацию характера работы и экономической структуры. В Азии массовое производство в значительной степени зависит от дешевой рабочей силы, выполняющей повторяющиеся задачи. Такой подход позволяет получать высокий результат при меньших затратах, но ему часто не хватает инноваций и эффективности. Напротив, у Европы есть возможность использовать передовые технологии, которые фокусируются на точности, автоматизации и процессах, основанных на знаниях. Принимая эти высокотехнологичные методы, европейские отрасли могут повысить производительность, улучшить качество продукции и снизить воздействие на окружающую среду. Однако проблема заключается в масштабе операций, которые в настоящее время выполняют азиатские производители. Огромная рабочая сила в Азии может справиться с обширными производственными линиями и крупномасштабными задачами, которые потребовали бы значительной части экономически активного населения Европы, если бы были реализованы таким же образом. Учитывая, что население Европы (< 753 000 000) в 6.4 раз меньше, чем во многих азиатских странах (> 4 800 000 000 в 2024 г.), копирование таких методов массового производства было бы непрактичным и неустойчивым. Вместо этого Европа должна использовать свои сильные стороны в исследованиях и разработках, инновациях и квалифицированной рабочей силе для создания более устойчивой экономической модели. Инвестируя в высокотехнологичные решения и способствуя культуре непрерывного совершенствования и обучения, европейские отрасли могут создавать рабочие места, которые не только более полноценны, но и лучше соответствуют будущему работы. В заключение следует сказать, что переход от экстенсивной экономики к экономике, основанной на знаниях, — это не просто вопрос перемещения производства; речь идет о переосмыслении демографической концепции производства и рабочей силы. Отдавая приоритет высокоточным технологиям и

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: o.v.gradov@gmail.com (О.В. Градов)

инновациям, Европа может получить конкурентное преимущество, одновременно обеспечивая более устойчивое и процветающее будущее для своей рабочей силы. Текст рассматривает безлинзовую микроскопию как пример реализации данного подхода, но его можно распространить и на другие приборы, основанные на аналогичных оптических принципах. Это обеспечивает универсальность предлагаемого подхода и его применимость в различных научных и технических областях.

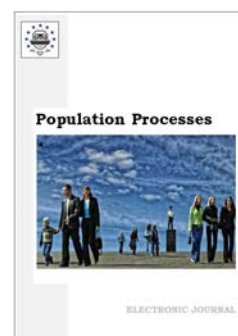
Ключевые слова: ТРИЗ, азиатское массовое производство, экстенсивная экономика, экономическая структура трудовых ресурсов, азиатская демография, европейская демография, безлинзовое приборостроение, безлинзовый имэджинг, реиндустриализация.

Copyright © 2025 by Cherkas Global University



Published in the USA
Population Processes
Issued since 2014.
E-ISSN: 2500-1051
2025. 10(1): 25-37

DOI: 10.13187/popul.2025.1.25
<https://pp.cherkasgu.press>



Population of the Village of Dubovik, Kostroma Province, in the mid-19th century: According to the Census Records of 1850 and 1858

Timur M. Khusyainov ^{a, *}

^aLobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Abstract

This article is a publication of materials from the IX and X Revision tales on the landowner peasants of the village of Dubovik, which was located in the Zamerskaya volost of the Galich district of the Kostroma province of the Russian Empire. The source is stored in the State Archives of the Kostroma region: IX Revision tale is located – fund 200, inventory 14, file 42 “Revision tales about the landowner peasants of the Galich district. (owners' surnames starting with the letters A-B). Alphabetical list of owners. pp. 1-4.” (1850-1851), data on the village of Dubovik are located on sheets 110-115ob; X Revision tale – fund 200, inventory 13, file 67 “Revision tales of landowner peasants of the Galich district (owners' surnames starting with the letter A-B. Old numbering pp. 57-606)”.

The materials of the Revision tales are a valuable source not only for genealogical research, but also for the demography of the region, allowing one to study the dynamics of the population, birth rate, marriage, mortality, as well as the movement of population between settlements.

Keywords: demography, genealogy, Revision tale, Kostroma province, Galich district, Zamerskaya volost, the village of Dubovik.

1. Введение

Ревизские сказки, наряду с исповедными росписями и метрическими книгами являются важнейшими источниками по составлению родословных, что отражено в ряде работ (Поросятковская, 2006; Поросятковская, 2013), а также могут выступать основой для изучения демографии региона (Троицкая, Ульянова, 2016), позволяя изучать динамику численности населения (Файзрахманов, 2019; Мельникова, 2023), рождаемость, заключение брака, смертность, а также перемещение населения (Троицкая, Ульянова, 2017).

2. Материалы и методы

Материалами для подготовки данной работы послужили документы из фондов Государственного архива Костромской губернии (ТАКО):

– IX Ревизская сказка (1850–1851 гг.) – фонд 200, опись 14, дело 42, листы 110-115об. “Ревизские сказки о помещичьих крестьянах Галичского у. (фамилии владельцев на буквы А-Б). Алфавитный список владельцев. лл. 1-4.;

– X Ревизская сказка (1858 г.) – фонд 200, опись 13, дело 67 “Ревизские сказки о помещичьих крестьянах Галичского уезда (фамилии владельцев на букву А-Б. Старая нумерация лл. 57-606)”

* Corresponding author

E-mail addresses: timur@husyainov.ru (Т.М. Khusyainov)

Настоящая работа представляет собой публикацию данных источников, а также количественный анализ представленных данных по жителям деревни Дубовик, по состоянию на середину XIX века, т.е. накануне отмены крепостного права. Приводятся данные на 18 семей в каждой из Ревизий.

Методологическую основу данной рукописи составляют методы качественного и количественного анализа данных, которые содержатся в IX и X Ревизских сказках (1850 и 1858 гг.) по деревне Дубовик Галичского уезда Костромской губернии.

Транскрипция и верификация данных использованы для подготовки массива: текст ревизских сказок переведён в современную орфографию с сохранением основных элементов структуры записи. Проведена сверка имён, возрастов и семейных связей между двумя массива данных IX и X ревизий для минимизации ошибок, которые могли возникнуть в процессе заполнения.

Статистический анализ использован для расчётов базовых демографических показателей: численность жителей и половозрастная структура, средний возраст и представленность разных возрастных групп; определены коэффициенты рождаемости, смертности и миграции (включая рекрутские наборы) на основе сопоставления данных двух ревизий.

Применение междисциплинарного подхода позволило не только ввести в научный оборот новые данные, но и проанализировать их в контексте социальной истории российской деревни.

3. Обсуждение

3.1. Публикация источника

Первая колонка даёт нумерацию семей; вторая – имя и отчество; третья – возраст на момент предыдущего ревизского учета; четвертая – дополнительный комментарий на случай выбытия (смерть, перевод или направление в рекруты); пятая – возраст на момент текущего ревизского учета.

Таблица 1. Количественный анализ представленных данных по жителям деревни Дубовик

Семья	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
1	Степан Николаев	28		44
	Степана Николаева жена Афросинья	-		44
	сын Петр Степанов	5		21
	Петра Степанова, жена Каптелина	-		20
	сын Николай Степанов	2		18
	дочь Арина Степанова	-		15 1/2
2	Конон Ефимов	18	Отдан в	
	Конона Ефимова, мать Дарья	-		64
	Конона Ефимова, брат Агап	4		20
	Агапа Ефимова, жена Варвара	-		18
3	Иван Карпов	30		46
	сын Лукьян Иванов	2		18

Семья	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
	сын Василий Иванов	новорожденный		14 1/2
	дочь Марина Иванова	-		11
	дочь Оксинья Иванова	-		6 1/2
	Лукьяна Иванова, жена Маремьяна			17
4	Минайло Карпов	15		30
	Минайла Карпова, жена Авдотья	-		29
	сын Лазарь Минайлов	новорожденный		5 1/2
	сын Абрам Минайлов	новорожденный		1
	дочь Парасковья Минайлова	-		8 1/2
	дочь Авдотья Минайлова	-		4
5	Дмитрий Филипов	67	Умер в 1843	-
	Сын Федор Дмитриев	29		45
	Федора Дмитриева, жена Федосья	-		45
	Сын Федор Федоров	новорожденный		13
	Дочь Феодора Федоровна	-		8 1/2
	Дочь Офросинья (^Ефросинья)	-		5
6	Степан Дмитриев	32		48
	Степана Дмитриева, жена Авдотья	-		48
	сын Марко	1/2		16 1/2
	сын Макар	новорожденный		14 1/2
	сын Федосей	новорожденный		8 1/2
	дочь Лукерья	-		11
7	Егор Петров	27		43
	Федор Петров	24	Умер в 1835	
	Егора Петрова, жена Афросинья	-		56
8	Иван Филатов	45		61
	Ивана Филатова жена, третьего	-		51
	От второй жены сын Емельян	новорожденный		15
	От первой жены дочь Агафья	-		32

Семья	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
	От второй жены дочь Варвара	-		6 1/2
9	Федор Федоров	52	Умер в 1849	
	Федора Федорова жена, второго	-		66
	сын Андрей Федоров	22 1/2		38 1/2
	Андрея Федорова жена Федосья	-		38
	сын Яким Андреев	новорожденный		15
	сын Обросим Андреев	новорожденный		9 1/2
	сын Владимир Андреев	новорожденный		5
	сын Иван Андреев	новорожденный		1
	дочь Катерина Андреева	новорожденный		11 1/2
	Федора Федорова, сын Иван Федоров	16	Отдан в	
	Федора Федорова, сын Антроп	12		28
	Антропа Федорова, жена Евланида	-		29
	дочь Парасковья Антропова	-		3
10	Демид Федоров	19 1/2		35 1/2
	Демиды Федорова, жена Афросинья	-		33
	сын Андрей Демидов	новорожденный		1 1/2
	дочь Катерина Демидова	-		6 1/2
11	Фока Андреев	36		52
	сын Потап Фокин	15		31
	Потапа Фокина, жена Марфа	-		29
	дочь Матрона Потапова	-		1 1/2
	Фоки Андреева, сын Иван Фокин	8		24
	Ивана Фокина, жена Авдотья	-		24
	дочь Васса Иванова	-		2
12	Семен Андреев	30		46
	Семена Андреева, жена Авдотья	-		48
	сын Гаврило Семенов	новорожденный		15
13	Конан Андреев	25		41

Семья	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
	Конана Андреева, жена Парасковья	-		41
	сын Осип Конанов	новорожденный		11 1/2
	дочь Домна Конанова	-		5 1/2
	дочь Любовь Конанова	-		2
14	Леонтий Семенов	26		42
	Леонтия Семенова, мать Анна	-		66
	Леонтия Семенова, жена Маремьяна	-		42
	сын Ларион Леонтьев	2 1/2		18 1/2
	Лариона Леонтьева, жена	-		18
	Леонтия Семенова, сын Максим	новорожденный		10 1/2
	Леонтия Семенова, дочь Афросинья	-		21
	Леонтия Семенова, брат Петр	20		36
	Петра Леонтьева, жена Анна	-		34
	дочь Афросинья Петрова	-		14 1/2
	дочь Авдотья Петрова	-		8 1/2
	дочь Авдотья Петрова	-		4 1/2
15	Григорий Афанасьев	54	Умер в 1845	
	Григория Афанасьева, жена Марья	-		77
	сын Григорий Григорьев	31		47
	Григория Григорьева, жена Авдотья	-		45
	дочь Афросинья Григорьева	-		14
	дочь Анна Григорьева	-		10 1/2
16	Петр Алексеев	52	Умер в 1844	
	Кондратий Мокеев		Переведен	34
	Кондратия Мокеева, жена Авдотья	-		32
17	Тит Федоров	24		40
	Тита Федорова, жена Каптелина	-		35
	сын Евдоким Титов	новорожденный		8
	сын Варфоломей Титов	новорожденный		4

Семья	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
	дочь Матрена Титова	-		11
	Тита Федорова, брат Леонтий	13		29
	Леонтия Федорова, жена Дарья	-		29
	сын Вукол Леонтьев	новорожденный		3 1/2
	дочь Акулина Леонтьева	-		1
18	Минайло Никитин	22 1/2		38 1/2
	Минайла Никитина жена, второго	-		38
	сын Ефим Минайлов	новорожденный		10 1/2
	сын Онуфрий Минайлов	новорожденный		6
	сын Конан Минайлов	новорожденный		1
	дочь Васса Минайлова	-		3

3.2. Публикация источника

Первая колонка дает нумерацию семей по IX Ревизской сказке; вторая – дает нумерацию семей по X Ревизской сказке; третья – имя и отчество; четвертая – возраст на момент предыдущего ревизского учета; пятая – дополнительный комментарий на случай выбытия (смерть, перевод или направление в рекруты);– шестая возраст на момент текущего ревизского учета.

Таблица 2. Количественный анализ представленных данных по жителям деревни Дубовик

Семья (рев. 9)	Семья (рев. 10)	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
1	1	Степан Николаев	44		52
		Степана Николаева, жена	-		52
		Степана Николаева, сын	21		29
		Петра Степанова, жена	-		28
		Степана Николаева, сын	18		26
		Николая Степанова, жена	-		29
2	2	Агап Ефимов	20		28
		Агапа Ефимова, мать	-		72
		Агапа Ефимова, жена	-		26

Семья (рев. 9)	Семья (рев. 10)	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
		сын Дмитрий Агапов	новорожденный		2 1/2
3	3	Иван Карпов	46		54
		Ивана Карпова, жена	-		51
		Ивана Карпова, сын	18		26
		Лукьяна Иванова, жена	-		25
		Лукьяна Иванова, дочь	-		4
		Ивана Карпова, сын	14 1/2		22 1/2
		Василия Иванова, жена	-		22 1/2
4	4	Минайло Карпов	31		39
		Минайла Карпова, жена	-		37
		сын Лазарь Минайлов	5 1/2		13 1/2
		сын Абрам Минайлов	1		9
		сын Петр Минайлов	новорожденный		4
		сын Иван Минайлов	новорожденный		1 1/2
		дочь Парасковья	-		16 1/2
5	5	Федор Дмитриев	45	Умер в 1854	
		Федора Дмитриева, жена	-		53
		сын Федор Федоров	13		21
		Федора Федорова, жена	-		17
		Федора Дмитриева,	-		16 1/2
		Федора Дмитриева, дочь	-		13
		Федора Федорова, сын	новорожденный		1
6	6	Степан Дмитриев	48	Умер в 1853	
		сын Марко Степанов	16 1/2		24 1/2
		сын Макар Степанов	14 1/2		22 1/2
		сын Феодосий Степанов	8 1/2	Умер в 1854	
		Марко Степанова, жена	-		23 1/2
		Макара Степанова, жена	-		20

Семья (рев. 9)	Семья (рев. 10)	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
7	7	Егор Петров	43		51
		Егора Петрова, жена	-		64
8	8	Иван Филатов	61	Умер в 1853	
		Ивана Филатова, жена	-		59
		Ивана Филатова от второй	15		23
		Ивана Филатова от	-		40
		Ивана Филатова от	-		14 1/2
		Емельяна Иванова	-		21
9	9	Андрей Федоров	38 1/2		46 1/2
		Андрея Федорова, мать	-		74
		Андрея Федорова, жена	-		46
		Андрея Федорова от	15		23
		Андрея Федорова от	9 1/2	Умер в 1856	
		Андрея Федорова от	5		13
		Андрея Федорова от	1		9
		Андрея Федорова от	новорожденный		5 1/2
		Андрея Федорова от	-		7
		Екима Андреева, жена	-		21
		Андрея Федорова, брат	28		36
		Антропа Федорова, жена	-		37
		Антропа Федорова, сын	новорожденный		5 1/2
		Антропа Федорова, дочь	новорожденный		1
10	10	Демид Федоров	35 1/2		43 1/2
		Демида Федорова, жена	-		42
		Демида Федорова, сын	1 1/2		9 1/2
		Демида Федорова, дочь	-		14 1/2
11	11	Фока Андреев	52		60
		Фоки Андреева сын Потап	31		39

Семья (рев. 9)	Семья (рев. 10)	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
		Потапа Фокина, жена	-		37
		Потапа Фокина, дочь	-		9 1/2
		Потапа Фокина, дочь	-		1
		Фоки Андреева, сын Иван	24		32
		Ивана Фокина, жена	-		32
		Ивана Фокина, сын Исаак	новорожденный		5
		Ивана Фокина, сын	новорожденный		9 месяцев
		Ивана Фокина, дочь Васса	-		10
12	12	Семен Андреев	46		54
		Семена Андреева, жена	-		56
		Семена Андреева, сын	15 1/2		23 1/2
		Гаврила Семенова, жена	-		20
13	13	Конон Андреев	41		49
		Конона Андреева, жена	-		49
		Конона Андреева, сын	11		19
		Конона Андреева, дочь	-		13 1/2
		Конона Андреева, дочь	-		10
		Осипа Кононова, жена	-		19
14	14	Леонтий Семенов	42		50
		Леонтия Семенова, жена	-		50
		Леонтия Семенова, сын	18 1/2		26 1/2
		Лариона Леонтьева, жена	-		26
		Леонтия Семенова, сын	10 1/2		18 1/2
		Леонтия Семенова, брат	36	Умер в 1851	
		Петра Семенова, жена	-		42
		Петра Семенова, сын	новорожденный		7
		Петра Семенова, дочь	-		16 1/2
		Петра Семенова, дочь	-		12 1/2

Семья (рев. 9)	Семья (рев. 10)	Крестьяне	Возраст по последней ревизии	Выбыли	Возраст на момент ревизии
15	15	Григорий Григорьев	47		55
		Григория Григорьева,	-		85
		Григория Григорьева,	-		53
16	16	Кондратий Мокеев	34	Переведен в	
17	17	Тит Федоров	40		48
		Тита Федорова, жена	-		43
		Тита Федорова, сын	8		16
		Тита Федорова, сын	4		12
		Тита Федорова, брат	29		37
		Леонтия Федорова, жена	-		37
		Леонтия Федорова, сын	3 1/2		11 1/2
		Леонтия Федорова, сын	новорожденный		6
		Леонтия Федорова, сын	новорожденный		1 месяц
		Леонтия Федорова, дочь	-		10
		Леонтия Федорова, дочь	-		1 1/2
18	18	Минаило Никитин	38 1/2		46 1/2
		Минайла Никитина, жена	-		46
		Минайла Никитина от	10 1/2	Умер в 1856	
		Минайла Никитина от	6		14
		Минайла Никитина от	1	Умер в 1855	
		Минайла Никитина от	-		11

4. Результаты

Данные документы имеют большое значение как для анализа демографической ситуации, так и для составления генеалогического древа.

Анализ данных также позволяет выявить уровень рождаемости и значительную долю детей и подростков в населении, что характерно для крестьянских общин середины XIX века. Наблюдается тенденция к многодетности, особенно в семьях, где мужчины не были мобилизованы в рекруты. Кроме того, документы фиксируют случаи повторных браков (например, у Ивана Филатова) и перемещения семей между населенными пунктами (как в случае с Кондратием Мокеевым, переведенным в деревню Кренево). Эти данные демонстрируют динамику демографических процессов в деревне Дубовик накануне отмены крепостного права.

На основании приведенных данных можно отметить средний возраст проживающих в деревне крестьян мужского и женского пола – 30–40 лет для мужчин и 25–35 лет для женщин, а также среднее количество детей – 2–3 детей на семью, а в некоторых семьях (например, у Андрея Федорова) количество детей достигало 6–7, включая малолетних и подростков.

Ревизские Сказки не содержат информацию о роде занятий жителей деревни, об этом мы можем узнать из более поздних статистических справочников. Так, по данным на 1907 год в деревне проживали бондари ([Список населенных..., 1908](#)), что в дальнейшем отразится на трудовой миграции, проходившей в форме отхожих промыслов ([Александров, 2016](#)). Приведенные же документы Ревизских сказок демонстрируют число крестьян отправленных в рекруты – 2 человека.

5. Заключение

Данные показывают демографические процессы в Костромской губернии середины XIX века – высокую рождаемость, влияние рекрутского набора на семьи, место повторных браков. Вероятно, схожая ситуация наблюдается и в соседних регионах.

Публикация и анализ ревизских сказок деревни Дубовик Замерской волости не только вносят вклад в сохранение локальной истории Костромской губернии, но и открывают возможности для демографических, микроисторических и генеалогических исследований. Дальнейшая работа с архивными источниками позволит реконструировать демографию крестьянства в период накануне отмены крепостного права.

Литература

[Александров, 2016](#) – Александров Н.М. Демографические факторы социально-экономического развития пореформенной деревни (на материалах Верхнего Поволжья) // Ежегодник по аграрной истории Восточной Европы. 2016. №1. С. 224-234. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29791446>

ГАКО – Государственный архив Костромской губернии.

[Поросятковская, 2013](#) – Поросятковская Л.А. О возможности расширения хронологических границ генеалогического исследования: на примере крестьянского рода Думаревских // Вестник архивиста. 2013. №2. С. 250-256. [Электронный ресурс]. URL: https://bibl-kostroma.ru/wp-content/uploads/2024/12/elibrary_19526621_39975869.pdf

[Поросятковская, 2006](#) – Поросятковская Л.А. О трудностях генеалогических исследований в условиях ограниченного состава архивно-документальных источников // Вестник архивиста. 2006. № 4–5. С. 183-188. [Электронный ресурс]. URL: https://bibl-kostroma.ru/wp-content/uploads/2024/12/elibrary_12856347_26564309.pdf

[Список населенных..., 1908](#) – Список населенных мест Костромской губернии: По сведениям 1907 г. / Костром. губ. земство. Кострома: тип. Т.П. Андрониковой, 1908.

[Троицкая, Ульянова, 2017](#) – Троицкая И.А., Ульянова Г.Н. Социальная и территориальная мобильность московских купцов по сказкам VIII (1833-1834) и X (1857–1858) ревизий // Вестник Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета. Серия 2: История. История Русской Православной Церкви. 2017. Вып. 77. С. 94-109. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-i-territorialnaya-mobilnost-moskovskih-kuptsov-po-skazkam-viii-1833-1834-i-x-1857-1858-reviziya>

[Троицкая, Ульянова, 2016](#) – Ульянова Г.Н., Троицкая И.А. Как источник изучения исторической демографии в историографии 1950–1960-х годов // Вестник Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета. Серия 2: История. История Русской Православной Церкви. 2016. Вып. 1(68). С. 89-101. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/revizskie-skazki-kak-istochnik-izucheniya-istoricheskoy-demografii-v-istoriografii-1950-1960-h-godov>

[Файзрахманов, 2019](#) – Файзрахманов И.З. Лашманы в XVIII веке: расселение, динамика численности и этноконфессиональный состав // Из истории и культуры народов Среднего Поволжья. 2019. №9. Т. 1. С. 17-33. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lashmany-v-xviii-veke-rasselenie-dinamika-chislennosti-i-etnokonfessionalnyy-sostav>

Ponosov, 2024 – Ponosov A.G. Confession Lists of the Dmitrievskaya Church of 1782 as a Source on the Demography of the Votkinsk Region, Partially Replacing the Lost IV Revision // *Population Processes*. 2024. 9(1): 3-115. DOI: 10.13187/popul.2024.1.3

References

Aleksandrov, 2016 – Aleksandrov, N.M. (2016). Demograficheskie faktory sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya poreformennoi derevni (na materialakh Verkhnego Povolzh'ya) [Demographic factors of socio-economic development of the post-reform village (based on the materials of the Upper Volga region)]. *Ezhegodnik po agrarnoi istorii Vostochnoi Evropy*. 1: 224-234. [Electronic resource]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29791446> [in Russian]

Faizrahmanov, 2019 – Faizrahmanov, I.Z. (2019). Lashmany v XVIII veke: rasselenie, dinamika chislennosti i etnokonfessional'nyi sostav [Lashmans in the 18th century: settlement, population dynamics and ethno-confessional composition]. *Iz istorii i kul'tury narodov Srednego Povolzh'ya*. 2019. №9. T. 1. S. 17-33. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lashmany-v-xviii-veke-rasselenie-dinamika-chislennosti-i-etnokonfessionalnyy-sostav> [in Russian]

GAKO – Gosudarstvennyi arkhiv Kostromskoi gubernii [State Archive of the Kostroma Province].

Ponosov, 2024 – Ponosov, A.G. (2024). Confession Lists of the Dmitrievskaya Church of 1782 as a Source on the Demography of the Votkinsk Region, Partially Replacing the Lost IV Revision. *Population Processes*. 9(1): 3-115. DOI: 10.13187/popul.2024.1.3

Porosyatkovskaya, 2006 – Porosyatkovskaya, L.A. (2006). O trudnykh genealogicheskikh issledovaniyakh v usloviyakh ogranichennogo sostava arkhivno-dokumental'nykh istochnikov [On the difficulties of genealogical research in the context of a limited composition of archival and documentary sources]. *Vestnik arkhivista*. 4–5: 183-188. [Electronic resource]. URL: https://bibl-kostroma.ru/wp-content/uploads/2024/12/elibrary_12856347_26564309.pdf [in Russian]

Porosyatkovskaya, 2013 – Porosyatkovskaya, L.A. (2013). O vozmozhnosti rasshireniya khronologicheskikh granits genealogicheskogo issledovaniya: na primere krest'yanskogo roda Dumarevskikh [On the possibility of expanding the chronological boundaries of genealogical research: using the example of the Dumarevsky peasant family]. *Vestnik arkhivista*. 2: 250-256. [Electronic resource]. URL: https://bibl-kostroma.ru/wp-content/uploads/2024/12/elibrary_19526621_39975869.pdf [in Russian]

Spisok naselennykh..., 1908 – Spisok naselennykh mest Kostromskoi gubernii: Po svedeniyam 1907 g. [List of populated places of Kostroma province: According to 1907 data]. Kostrom. gub. zemstvo. Kostroma: tip. T.P. Andronikovi, 1908. [in Russian]

Troitskaya, Ul'yanova, 2016 – Ul'yanova, G.N., Troitskaya, I.A. (2016). Kak istochnik izucheniya istoricheskoi demografii v istoriografii 1950–1960-kh godov [As a source for the study of historical demography in the historiography of the 1950–1960s]. *Vestnik Pravoslavnogo Svyato-Tikhonovskogo gumanitarnogo universiteta. Seriya 2: Istoriya. Istoriya Russkoi Pravoslavnoi Tserkvi*. 1(68):89-101. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/revizskie-skazki-kak-istochnik-izucheniya-istoricheskoy-demografii-v-istoriografii-1950-1960-h-godov> [in Russian]

Troitskaya, Ul'yanova, 2017 – Troitskaya, I.A., Ul'yanova, G.N. (2017). Sotsial'naya i territorial'naya mobil'nost' moskovskikh kuptsov po skazkam VIII (1833-1834) i X (1857-1858) revizii [Social and territorial mobility of Moscow merchants according to the tales of the VIII (1833-1834) and X (1857-1858) revisions]. *Vestnik Pravoslavnogo Svyato-Tikhonovskogo gumanitarnogo universiteta. Seriya 2: Istoriya. Istoriya Russkoi Pravoslavnoi Tserkvi*. 77: 94-109. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-i-territorialnaya-mobilnost-moskovskikh-kuptsov-po-skazk-am-viii-1833-1834-i-x-1857-1858-revizii> [in Russian]

Население деревни Дубовик Костромской губернии в середине XIX века: по данным ревизского учёта 1850 и 1858 годов

Тимур Маратович Хусяинов ^а , *

^а Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация. Данная работа представляет собой публикацию материалов IX и X Ревизских сказок по помещичьим крестьянам деревни Дубовик, которая располагалась в Замерской волости Галичского уезда Костромской губернии. Источник хранится в Государственном архиве Костромской области: IX Ревизская сказка находится – фонд 200, опись 14, дело 42 “Ревизские сказки о помещичьих крестьянах Галичского у. (фамилии владельцев на буквы А-Б). Алфавитный список владельцев. лл. 1-4.” (1850–1851), данные по деревне Дубовик расположены на листах 110-1150б; X Ревизская сказка – фонд 200, опись 13, дело 67 “Ревизские сказки о помещичьих крестьянах Галичского уезда (фамилии владельцев на букву А-Б. Старая нумерация лл. 57-606)”.

Материалы Ревизских сказок являются ценным источником не только по генеалогическим исследованиям, но и по демографии региона, позволяя изучать динамику численности населения, рождаемость, заключение брака, смертность, а также перемещение населения между населенными пунктами.

Ключевые слова: демография, генеалогия, Ревизская сказка, Костромская губерния, Галичский уезд, Замерская волость, деревня Дубовик.

* Корреспондирующий автор

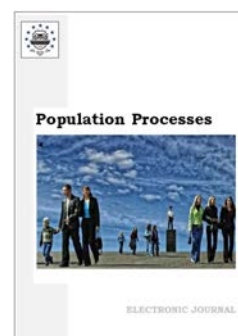
Адреса электронной почты: timur@husyainov.ru (Т.М. Хусяинов)

Copyright © 2025 by Cherkas Global University



Published in the USA
Population Processes
Issued since 2014.
E-ISSN: 2500-1051
2025. 10(1): 38-43

DOI: 10.13187/popul.2025.1.38
<https://pp.cherkasgu.press>



The Impact of Artificial Intelligence on the Religious Sphere: International Experience, Ethical Challenges, and Age-Specific Considerations

Anastasia O. Litvyakova ^a, Julia S. Nokhrina ^a, Maria Y. Samburova ^a, Rinat V. Faizullin ^a

^aThe Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Russian Federation

Abstract

The article analyzes the impact of artificial intelligence (AI) on the religious sphere in the context of global demographic shifts. Based on the study of international experience (BlessU-2, Mindar, AI Jesus, GitaGPT), it examines the role of AI as a spiritual guide and participant in religious practice. Various approaches of traditional religions to technologization are reviewed: from Buddhism's openness to the use of android monks to the Russian Orthodox Church's categorical rejection of AI anthropomorphization. Special attention is given to the ethical dilemmas of integrating AI into religious life, including the risks of psychological dependence among vulnerable groups, particularly young people. The influence of the age factor on the perception of religious AI systems is analyzed: the younger generation demonstrates high openness; the middle-aged generation combines traditional and digital practices; the older generation remains skeptical. The study emphasizes the need for ethical regulation of the impact of religious AI technologies on various social groups. In conclusion, recommendations are formulated aimed at minimizing risks and ensuring ethically balanced development of religious AI systems, taking into account demographic trends and the need to preserve traditional values.

Keywords: artificial intelligence, religious chatbots, AI clergy, AI ethics, religious technologies, psychological risks, Russian Orthodox Church.

1. Введение

Современный этап цифровизации религии характеризуется появлением и активным внедрением искусственного интеллекта, который способен имитировать человеческое общение и предоставлять персонализированные духовные советы (Афанасьева, 2023: 114). Религиозные ИИ-системы представляют собой качественно новый феномен, трансформирующий традиционные формы духовного руководства и религиозной практики (Yamane, 2016).

В условиях глобальных демографических сдвигов – старения населения в развитых странах и сохранения высокой доли молодёжи в регионах Азии и Африки – внедрение ИИ в религиозную сферу приобретает особое значение. Различия в возрастной структуре населения влияют на восприятие цифровых религиозных практик, формируя новые модели духовности и социального поведения.

2. Материалы и методы

В исследовании рассматриваются международные практики применения религиозных ИИ, их влияние на формирование религиозной идентичности, а также этические и психологические вызовы, связанные с использованием этих технологий.

Материалами исследования выступили академические работы по цифровизации религии, публикации в профильных СМИ, а также данные социологических служб. Методологическую основу составили анализ конкретных кейсов использования религиозных ИИ-систем (BlessU-2, Mindar, GitaGPT и др.), сравнительный подход для оценки международного опыта, и критический дискурс-анализ этических и психологических рисков, обозначенных в научной литературе.

3. Обсуждение

Искусственный интеллект в роли духовного наставника: мировой опыт и этические дилеммы

В наше время искусственный интеллект обладает большим влиянием на сферы формирования идентичности и религиозной идентичности. Демографические особенности регионов во многом определяют специфику внедрения религиозных ИИ. Например, в странах с молодым населением (Индия, страны Африки) ИИ-боты становятся массовым инструментом духовной поддержки, тогда как в стареющих обществах (Япония, Европа) они чаще выполняют компенсаторную функцию в условиях снижения числа священнослужителей.

Наиболее радикальная трансформация религиозной практики в цифровую эпоху связана с появлением религиозных ИИ-систем, способных имитировать духовное руководство и даже совершать (виртуально) некоторые религиозные ритуалы.

Протестантская церковь Гессена и Нассау в Германии в 2017 году представила робота BlessU-2, способного раздавать благословения на пяти языках через тачскрин и свет из ладоней. Проект носил провокационный характер, стимулируя обсуждения о будущем церкви и технологиях, при этом не планировалось заменять священнослужителей роботами (Нимяев, 2022: 221).

В Японии буддизм проявил большую открытость: в 2019 году храм Кодайдзи в Киото представил андроида Mindar, читающего проповеди, а робот Реррег проводит буддийские похоронные церемонии значительно дешевле традиционных (Ромерова, 2019). В Китае действует андроид-монах Xian'er, поющий мантры и дающий советы.

В западном христианстве опыт с ИИ менее однозначен. Католическая организация Catholic Answers в 2024 году запустила ИИ-аватар «Отец Джастин» для ответов на религиозные вопросы, но проект быстро столкнулся с критикой из-за теологически некорректной симуляции таинств и был переименован (Humanity Meets..., 2025).

В Швейцарии более успешным стал эксперимент с ИИ-аватаром «AI Jesus» в Люцернской часовне, который вел духовные беседы на 100 языках и вызвал смешанные отклики: около двух третей участников отметили духовное переживание, но эксперты предупреждали о рисках и этических вопросах (Голограмма..., 2025).

В Индии религиозные ИИ-чат-боты на основе Бхагавад-гиты получили массовое распространение, помогая людям справляться с жизненными трудностями и экзистенциальными страхами (Нимяев, 2022). Тем не менее, эксперты предупреждают о серьезных рисках дезинформации и возможных оправданиях насилия в ответах ИИ на религиозные вопросы, создающих опасность для общества, где религиозные конфликты очень чувствительны. Разработчики признают необходимость улучшения (Лифанов, Лифанова, 2022).

Русская Православная Церковь занимает строгую позицию против антропоморфизации ИИ, подчеркивая, что перенос образа и подобия Божия на роботов воспринимается как профанация (Котляров, 2024). РПЦ предлагает запретить использование человеческих голосов и образов в ИИ, призывая к этическим ограничениям и законодательному контролю. При этом церковь допускает применение ИИ для образовательных и информационных целей, но категорически против имитации священников и совершения таинств.

Согласно работе отечественных исследователей П.В. Сысоева Е.М. Филатова, чат-бот — это «программа, разработанная на основе таких технологий искусственного интеллекта, как естественный язык».

Психологические исследования выявляют серьезные риски религиозных ИИ-ботов (Ромерова, 2019: 102-104). В Индии около половины молодых пользователей оценивают

ИИ положительно для духовного развития, но многие отмечают отсутствие человеческого тепла (Нимяев, 2022: 224). Критический обзор (2025) зафиксировал рост психологической зависимости и кризисов, особенно среди уязвимых групп, включая подростков (Humanity Meets..., 2025). Случай самоубийства 14-летнего пользователя ИИ-чат-бота подчеркивает опасность нерегулируемых человеко-ИИ отношений. Ученые предупреждают об угрозе массового кризиса психического здоровья и призывают к этическому надзору, обучению и регулированию для минимизации рисков, связанных с развитием человекоподобных ИИ-систем.

Возрастной фактор и перспективы технологической интеграции

Возрастной фактор играет ключевую роль в восприятии передовых цифровых технологий в религиозном контексте, причем различия между поколениями усиливаются по мере усложнения технологий. Согласно демографическим прогнозам, к 2050 году доля лиц старше 60 лет в мире достигнет 22 %, что может усилить запрос на цифровые формы религиозности в условиях ограниченной мобильности. В то же время поколение Z (рождённые после 1997 года) демонстрирует высокую цифровую грамотность, но снижение уровня институциональной религиозности, что создаёт парадокс: технологическая доступность духовных ресурсов растёт, а глубина религиозной идентичности – снижается.

Молодое поколение (18-29 лет) демонстрирует наибольшую открытость к цифровым религиозным практикам. В Индии основными пользователями GitaGPT являются молодые люди 20-30 лет, которые воспринимают ИИ-чат-боты как «не осуждающих, всегда доступных» духовных советников (Ромерова, 2019: 223). Также популярно приложение Krishna chatbot, использующее возможности искусственного интеллекта. Молодежь чаще воспринимает религиозные ИИ-боты как инструмент для персонализированного религиозного опыта, создавая мемы с библейскими персонажами и используя фрагменты из священных текстов для осмысления личных проблем. Однако, если обратиться к опыту России, среди молодежи наблюдается самый высокий процент неверующих: 42 % в группе 18-24 лет в России по данным ВЦИОМ 2023 года (Религия и общество..., 2025).

Пандемия COVID-19 оказала значительное, но неоднозначное влияние на религиозность молодежи в разных странах. В США более 75 % молодых христиан вернулись к религии после COVID-19, а доля молодых американцев-христиан выросла с 45 % до 51 % в 2023–2024 годах (Pope, 2024). В России тренд также существует: доля тех, кто называет религию очень важной для себя, выросла с 6 % до 15 % с 1993 г. по 2023 г.), а в общей сложности доля россиян, для кого религия важна, составляет теперь 40 %, четыре из десяти (1993 г. – 28 %) (Религия и общество..., 2025).

Среднее поколение (30-55 лет) выступает своеобразным мостом между традиционными и цифровыми формами религиозности (Афанасьева, 2023: 117-118). Представители этой группы активно используют цифровые технологии в повседневной жизни, но при этом сохраняют связь с традиционными формами религиозной практики. Представители среднего поколения часто становятся организаторами онлайн-религиозных сообществ, модераторами православных групп в социальных сетях, разработчиками религиозных приложений. Это поколение демонстрирует гибридную религиозность: сочетание онлайн и офлайн практик, использование мобильных приложений для молитвы наряду с посещением храмов.

Старшее поколение (старше 55 лет) наименее вовлечено в использование передовых цифровых религиозных технологий, что связано с «недостаточным владением новыми технологиями» (Афанасьева, 2023: 119). Однако именно в этой группе самый высокий уровень воцерковленности и регулярного посещения храмов.

Для старшего поколения религия чаще воспринимается как «путь к личному спасению», что связано с «переоценкой ценностей» и потребностью в «утешении и искуплении грехов». Пожилые верующие значительно более скептически относятся к религиозным ИИ-ботам и цифровым двойникам храмов, воспринимая их как профанацию священного.

4. Результаты

Проведенный анализ позволил сформулировать рекомендации РПЦ, которые могут быть рассмотрены как возможные сценарии влияния развития и массового распространения технологии ИИ.

1. РПЦ следует сохранить осторожный подход к антропоморфизации ИИ, но рассмотреть возможность создания цифровых двойников значимых храмов для расширения доступности православного наследия.

2. Необходима разработка этических руководств для создателей религиозных ИИ-систем, включающих обязательные фильтры против одобрения насилия, механизмы предотвращения психологической зависимости и четкие дисклеймеры о невозможности замены человеческого духовного руководства.

3. Требуется усиление образовательной работы среди верующих, особенно молодежи, о рисках чрезмерной зависимости от религиозных ИИ-ботов и важности сохранения непосредственного общения со священнослужителями и религиозной общиной.

4. Целесообразно проведение лонгитюдных исследований психологического воздействия религиозных ИИ-систем на различные возрастные и социальные группы для выработки научно обоснованных рекомендаций.

5. Учёт демографических трендов должен стать неотъемлемой частью разработки религиозных ИИ-систем. Для стран с молодым населением актуальны образовательные и профилактические программы, направленные на минимизацию рисков цифровой зависимости. Для обществ с высокой долей пожилых людей целесообразно создание доступных интерфейсов и интеграция ИИ в системы пастырской поддержки на дому.

5. Заключение

В проведенном исследовании влияния ИИ на религиозную сферу особое внимание уделено тому, как Русская православная церковь относится к взаимодействию с технологиями (категорический отказ от «очеловечивания» ИИ). РПЦ не допускает, чтобы машины заменяли живых духовных наставников в самом главном – в общении с Богом. В России демографическая ситуация характеризуется старением населения и снижением доли молодёжи в религиозных общинах. Позиция РПЦ в отношении ИИ может рассматриваться как элемент стратегии по сохранению традиционных форм религиозности в условиях депопуляции и цифровой трансформации общества. Проведенный анализ практик внедрения ИИ показал, что ИИ способен трансформировать религиозную сферу, выступая в роли духовного наставника, но сопряжен с серьезными этическими вызовами, включая риск психологической зависимости и размывания традиционных ценностей. Международный опыт (от швейцарского AI Jesus до индийского Xianer) подтверждает потенциал технологий для расширения доступа к вере, однако требует строгого регулирования для минимизации рисков, особенно среди молодежи. В условиях демографических сдвигов, важным элементом стратегических решений по определению роли конкретных технологий или изменений в обществе является учет интересов и ценностей конкретных демографических групп. Сложность выработки решений вызвана необходимостью сохранения традиционных ценностей с одной стороны, а с другой своевременным признанием технологий общего назначения, каковыми когда-то были электричество, интернет, а сейчас генеративный ИИ, при этом необходимо управлять рисками связанными с возможностью раскола из-за разного отношения разных демографических групп к решениям.

Литература

Афанасьева, 2023 – Афанасьева М.А. Цифровизация религиозного сознания: проблемы и перспективы // *Вестник САФУ. Философия*. 2023. №4. С. 114-122.

Голограмма..., 2025 – В швейцарской часовне установили голограмму Иисуса Христа на базе ИИ // *РБК*. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/life/news/673f23149a7947ee21532f27> (дата обращения: 10.10.2025).

Котляров, 2024 – Котляров И.Д. Проблемы использования цифровых технологий при совершении пожертвований и подачи треб в повседневной деятельности Русской Православной Церкви // *Научный журнал Санкт-Петербургской духовной Академии Русской Православной церкви*. 2024. № 4. С. 117-128.

Лифанов, Лифанова, 2022 – Лифанов С.А., Лифанова Т.Ю. Виртуализация религии и влияние цифровых технологий на формирование религиозной идентичности /

Гуманитарное знание и духовная безопасность. Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции. Махачкала, 2022. С. 216-224.

Нимяев, 2022 – Нимяев Э.А. Исследование цифровой религии: классификация религиозных онлайн-ресурсов // *Философия религии и религиоведение*. 2022. №2. С. 220-229.

Религия и общество..., 2025 – Религия и общество: мониторинг. Всероссийский центр изучения общественного мнения. [Электронный ресурс]. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/religiya-i-obshchestvo-monitoring> (дата обращения: 15.10.2025).

Ромерова, 2019 – Ромерова А.П. и др. Влияние виртуального пространства на формирование религиозной идентичности // *Южно-Российский журнал социальных наук*. 2019. Т. 20. №2. [Электронный ресурс]. URL: https://chsu.kubsu.ru/arhiv/2019_2/2019-2-8.pdf

Humanity Meets..., 2025 – Humanity Meets AI Symposium: AI and Religion // Harvard Divinity School. [Электронный ресурс]. URL: <https://rpl.hds.harvard.edu/news/2025/04/18/video-humanity-meets-ai-symposium-ai-and-religion> (дата обращения: 10.10.2025).

Pope, 2024 – Pope D.G. Pope Religious worship attendance in America: evidence from cellphone data. Cambridge National bureau of economic research, 2024. 74 p.

Yamane, 2016 – Yamane D. (Ed.). Handbook of Religion and Society. Wisconsin, USA: Springer, 2016. 568 p.

References

Afanas'eva, 2023 – Afanas'eva, M.A. (2023). Tsifrovizatsiya religioznogo soznaniya: problemy i perspektivy [Digitalization of religious consciousness: problems and prospects]. *Vestnik SAFU. Filosofiya*. 4: 114-122. [in Russian]

Gologramma..., 2025 – V shveitsarskoi chasovne ustanovili gologrammu Iisusa Khrista na baze II [An AI-powered hologram of Jesus Christ was installed in a Swiss chapel]. RBK. [Electronic resource]. URL: https://www.rbc.ru/life/news/673f2314_9a7947ee21532f27 (date of access: 10.10.2025). [in Russian]

Humanity Meets..., 2025 – Humanity Meets AI Symposium: AI and Religion // Harvard Divinity School. [Electronic resource]. URL: <https://rpl.hds.harvard.edu/news/2025/04/18/video-humanity-meets-ai-symposium-ai-and-religion> (date of access: 10.10.2025).

Kotlyarov, 2024 – Kotlyarov, I.D. (2024). Problemy ispol'zovaniya tsifrovyykh tekhnologii pri sovershenii pozhertvovaniy i podachi treb v povsednevnoi deyatel'nosti Russkoi Pravoslavnoi Tserkvi [Problems of using digital technologies in making donations and submitting requests in the daily activities of the Russian Orthodox Church]. *Nauchnyi zhurnal Sankt-Peterburgskoi dukhovnoi Akademii Russkoi Pravoslavnoi tserkvi*. 4: 117-128. [in Russian]

Lifanov, Lifanova, 2022 – Lifanov, S.A., Lifanova, T.Yu. (2022). Virtualizatsiya religii i vliyaniye tsifrovyykh tekhnologii na formirovaniye religioznoi identichnosti [Virtualization of religion and the impact of digital technologies on the formation of religious identity]. *Gumanitarnoe znanie i dukhovnaya bezopasnost'. Sbornik materialov IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Makhachkala. Pp. 216-224. [in Russian]

Nimyaev, 2022 – Nimyaev, E.A. (2022). Issledovaniye tsifrovoi religii: klassifikatsiya religioznykh onlain-resursov [A study of digital religion: classification of religious online resources]. *Filosofiya religii i religiovedenie*. 2: 220-229. [in Russian]

Pope, 2024 – Pope, D.G. (2024). Pope Religious worship attendance in America: evidence from cellphone data. Cambridge National bureau of economic research, 2024. 74 p.

Religiya i obshchestvo..., 2025 – Religiya i obshchestvo: monitoring. Vserossiiskii tsentr izucheniya obshchestvennogo mneniya [Religion and society: monitoring. All-Russian public opinion research center]. [Electronic resource]. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/religiya-i-obshchestvo-monitoring> (date of access: 15.10.2025). [in Russian]

Romerova, 2019 – Romerova, A.P. i dr. (2019). Vliyaniye virtual'nogo prostranstva na formirovaniye religioznoi identichnosti [The influence of virtual space on the formation of religious identity]. *Yuzhno-Rossiiskii zhurnal sotsial'nykh nauk*. 20(2). [Electronic resource]. URL: https://chsu.kubsu.ru/arhiv/2019_2/2019-2-8.pdf [in Russian]

Yamane, 2016 – Yamane, D. (Ed.). (2016). Handbook of Religion and Society. Wisconsin, USA: Springer. 568 p.

Влияние искусственного интеллекта на религиозную сферу в условиях демографических сдвигов

Анастасия Олеговна Литвякова ^a, Юлия Сергеевна Нохрина ^a, Мария Юрьевна Самбунова ^a, Ринат Васильевич Файзуллин ^a

^a Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Российская Федерация

Аннотация. В статье проанализировано влияние искусственного интеллекта (ИИ) на религиозную сферу в контексте глобальных демографических сдвигов. На основе изучения международного опыта (BlessU-2, Mindar, AI Jesus, GitaGPT) исследуется роль ИИ как духовного наставника и участника религиозной практики. Рассмотрены различные подходы традиционных религий к технологизации: от открытости буддизма к использованию андроидов-монахов до категорического отказа Русской Православной Церкви от антропоморфизации ИИ. Особое внимание уделено этическим дилеммам интеграции ИИ в религиозную жизнь, включая риски психологической зависимости среди уязвимых групп, особенно молодежи. Анализируется влияние возрастного фактора на восприятие религиозных ИИ-систем: молодое поколение демонстрирует высокую открытость, среднее поколение сочетает традиционные и цифровые практики, старшее поколение остается скептическим. Исследование подчеркивает необходимость этического регулирования влияния религиозных ИИ-технологий на различные социальные группы. В заключение формулируются рекомендации, направленные на минимизацию рисков и этически сбалансированное развитие религиозных ИИ-систем с учетом демографических трендов и необходимости сохранения традиционных ценностей.

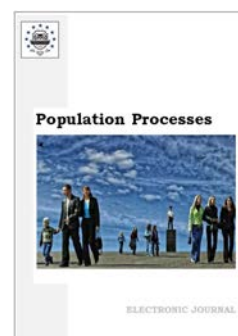
Ключевые слова: искусственный интеллект, религиозные чат-боты, ИИ-священники, этика ИИ, религиозные технологии, психологические риски, Русская Православная Церковь.

Copyright © 2025 by Cherkas Global University



Published in the USA
Population Processes
Issued since 2014.
E-ISSN: 2500-1051
2025. 10(1): 44-52

DOI: 10.13187/popul.2025.1.44
<https://pp.cherkasgu.press>



Sergei Yakovlevich Mitiukov and His Male Descendants

Nicholas W. Mitiukov ^{a, *}, Axina N. Mitiukova ^b

^a Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russian Federation

^b Linguistic Lyceum № 25, Izhevsk, Russian Federation

Abstract

The figure of Sergei Yakovlevich Mityukov remains controversial. On the one hand, for Tsarist Russia, he made an exceptional career, rising from a recruited peasant to the manager of the Votkinsk factory. But on the other hand, he attempted to find common ground with both the tsarist government and the Pugachevites. As a result, before the Revolution, he was criticized for collaborationism, and during the Soviet era, for betraying the ideas of the Pugachev rebellion. This ambiguity in assessments of him persists to this day. This work, using genealogical research methods, provides evidence of the authors' relationship with S. Ya. Mityukov. Step-by-step instructions are provided. The reconstructed line of S. Ya. Mityukov's descendants refutes existing stereotypes about life in pre-revolutionary Russia. For example, artisans typically had children in adulthood, out of the need to secure their professional careers and, thus, a stable income for their families. Moreover, unlike the patriarchal system, wives were typically taken from women of the same age, sometimes even older.

Keywords: genealogy, Sergei Yakovlevich Mityukov, proof of kinship, male line.

1. Введение

Фигура Сергея Яковлевича Митюкова до сих пор оценивается неоднозначно. С одной стороны, он для периода царской России сделал просто исключительную карьеру от рекрутированного крестьянина до управляющего Воткинского завода. Но с другой стороны, он пытался найти общий язык как с царским правительством, так и с пугачевцами. В результате до революции он был более известен как своего рода коллаборационист, а в советское время, как отступивший от идей пугачевского бунта. Эта неоднозначность в оценке его фигуры сохранилась и до настоящего времени: его имя даже не было выбито на памятнике «Предкам, основавшим город и завод от благодарных потомков», установленном в Воткинске. Это имело бы формальное объяснение, если к моменту основания Воткинского завода у него не было фамилии, но фамилия Митюковых (Мютюковых) фигурирует как в III, так и во II Ревизии.

2. Материалы и методы

В работе с помощью традиционных методов генеалогических исследований производится доказательство родства авторов с С.Я. Митюковым. Дается для этого пошаговая инструкция. В качестве основных материалов послужили фонды Александров-

* Corresponding author

E-mail addresses: nico02@mail.ru (N.W. Mitiukov)

Невского собора (метрические книги, исповедальные росписи), хранящиеся в Центральной государственном архиве Удмуртской Республики.

3. Обсуждение

Имя плотинных дел мастера Митюкова обычно вспоминается в связи с Пугачевщиной на Воткинском заводе. Версию, ставшую классической, впервые озвучил В.Н. Ступишин. «Управитель завода Клепиков не смог собрать достаточных сил для отпора пугачевцам. Народ был “ненадежен”. Поэтому, оставив вместо себя плотинного мастера Митюкова, Клепиков бежал в село Большая Сосновка и оттуда обратился за помощью в строгановские вотчины» (Ступишин, 1959: 23). «27 января воткинцы радостно встретили пришедших. Плотинный мастер Сергей Митюков перешел на сторону восставших. Пробыв в Воткинске несколько дней, Носков оставил управителю Митюкову “наставление”, в котором обращал его внимание на необходимость защиты завода от сторонников царицы, поддержания порядка, обеспечения мастеровых продовольствием и недопущения никаких обид населению» (Ступишин, 1959: 23). «Вскоре и Ижевский завод был занят Клепиковым и Алымовым. Они немедленно приступили к наведению порядка. Митюков и поставленный пугачевцами над Ижевским заводом Губанов были арестованы и отправлены в Казань в следственную комиссию» (Ступишин, 1959: 24).

Относительно упомянутого «Наставления», оно было опубликовано в сборнике «Пугачевщина». Его полное название – «Наставление атамана А.Ф. Носкова плотинному мастеру С. Митюкову об управлении Воткинским заводом», датированное 27 января 1774 г. Среди прочего там говорится: «То дабы Воткинской завод з живущими при оном мастеровыми и работными людьми обижен и разорен не был, то рекомендую быть в правлении завода, как выше сказано, по избрании всех заводских служителей Воткинского завода плотинному Сергею Митюкову, а в помощь ему преданы копееист Борис Комшилов, Федор Стерхов с таким подтверждением» (Пугачевщина, 1926. Доп. № 215) со ссылкой: (ЦГАДА, ф. в, д. 422, л. 10 и об.).

Биография С.Я. Митюкова в наиболее подробном виде неожиданно оказывается доступна в работе по воткинским топонимам. Поскольку среди гидронимов Воткинска имеются река Митюковка и Митюковский пруд, в пояснении к нему онлайн-учебник конкретизирует: «Митюковка – самая большая речка, после Берёзовки, впадающая в пруд в черте города, получила название Митюковка, в честь прославленного плотинного мастера Митюкова Сергея Яковлевича. Родился он в 1712-1713 году. В 1737 году взят в рекруты и приставлен к плотинному делу на Гороблагодатские заводы, где и познал плотинное мастерство. С началом строительства нашего завода, переведён, вместе со своей женой Фёклой Константиновной, на Вотку плотинным мастером. Человек он был очень уважаемый в заводе. Это видно хотя бы по тому, что в годы пугачёвщины заводские люди “от всех священно- и церковнослужителей, мастеровых и рабочих людей Воткинского завода” избрали его старшим, что бы он защитил завод от разрушения, и “малейшаго грабительства и разорения недопущал” и справедливо распределил оставшийся “в казенных магазейнах правянт”. Что он и сделал. После пугачёвщины, несмотря на свой возраст, продолжал работать в заводе плотинным мастером» (Мишина, 2021).

По данным II ревизии (1735 г.): «Ведомость учиненная ис переписей присланных з заводов из заводских кантор, учиненных в 1735-м году о мастеровых людях взятых из других ведомств кто как в скасках о себе показал и при котором заводе, о том явствует ниже сего, также и кто по справке оказались в переписях в здешнем ведомстве написаны и не написаны» (ГАСО. Ф. 24. Оп. 1. Д. 964. Л. 48).

Далее идет «Имянной список учиненной по силе присланного Ея императорскаго величества указу ис канцелярии Главного заводов правления кто имяны мастеровые и работные люди при здешних Благодатских заводах имеюща ис них в том кто в котором месте в сонцовой переписи написан и не написан и тем ли именем и прозванием как ныне пишутся взяты скаски кои значат ниже сего» (ГАСО. Ф. 24. Оп. 1. Д. 964. Л. 243).

Наконец, в разделе «При Кушвинском заводе» в плотниках имеется запись:

«Сергей Мютюков. Оной Митюков сказал, в сонцовой переписи написан Исетского дистрикта в деревне Болшей Мостовке тем же именем и прозванием как и ныне как и ныне

пишут. Ис той слободы взят в рекруты. К подлинной скаске вместо Сергея Митюкова копейист Сидор Елкин руку приложил» (ГАСО. Ф. 24. Оп. 1. Д. 964. Л. 243 об).

По данным III ревизии на Воткинском заводе: «Переведенные из Сибирской губернии из Верхотурьевского уезду з Гороблагодатских железных заводов, не положенные в бывшую ревизию в подушной оклад затем, что были взяты в 737-м году в рекруты и определены по мастерствам мастеровые люди»:

153. Сергей Яковлев, плотинный мастер, 50 лет

154. у него жена Фекла Константинова 40 лет, «взята ис Кушвинского завода, мастеровая дочь» (Пислегин, Чураков, 2015: 94).

Учитывая год ревизии как 1763-64 гг., получается, что С.Я. Митюков должен быть 1713–1714 года рождения, а его супруга – 1723–24 г.

В этой же III ревизии Сергей Митюков числится по своему предыдущему месту проживания. «Скаска 1763-го года октября 2-го дня по силе опубликованного в нынешнем 1763 году февраля 13 дня имянного ея императорскаго величества высочайшаго о ревизии указа сколько по последней 1747-го года ревизии в подушном окладе, також и неположенных в тот подушной оклад при Гороблагодатских Кушвинском, Туринском (бывшем Лялинском, с коего по остановке завода мастеровые люди переведены сюда) заводов, которые по указом ис казенного ведения с мастеровыми и работными людьми отданы в содержание графу Петру Ивановичу Шувалову и наследникам ево в вечное владение, мужеска пола душ состояло и ис того числа до ныне разными случаями убыло и после того вновь рожденных с показанием по силе опубликованного в 1761-м году указа по приложенным тогда формам и о женском поле по семействам и с объявлением по самой истинне без всякой утайки. А буде впредь кем обличены явятся, в том повинны будут положенного по указом тяжкаго штрафа без всякого милосердия» (РГАДА. Ф. 350. Оп. 2. Д. 903. Л. 254). В разделе «Неположенные в подушной оклад Кушвинского завода» имеется информация по плотникам:

№ 27 Сергей Яковлев Митюков «послан на Камския заводы и показан будет тамо в скаске» (РГАДА. Ф. 350. Оп. 2. Д. 903. Л. 292об.).

IV ревизия Ижевских и Воткинского заводов считается утраченной, но имеется опубликованные исповедальные росписи по Воткинскому заводу за 1782 г. (Ponosov, 2024). В соответствии с ней в разделе «Мастеровые и работные люди и их домашние» под № 12 значится семья С.Я. Митюкова. Учитывая год составления, в скобках приведен примерный год рождения.

№ 36 Плотинной мастер Сергей Яковлев Митюков, 70 лет (1712).

№ 50 Жена его Агрофена Корнилова, 39 лет (1743)

№ 51 дети их: Праскева, 13 лет (1769).

№ 52 Анна, 11 лет (1771).

№ 37 Иван, 9 лет (1773).

№ 53 Евдокия, 4 года (1778).

№ 54 Марья, 3 года (1779) (Ponosov, 2024: 6).

В V ревизии, составленной в 1795 г., в разделе на «Воткинском казенном железодолаемом заводе мастеровые и работные люди» значилась семья С.Я. Митюкова. Поскольку возраст всех указан двумя способами: на момент составления и на момент предыдущей ревизии, получается возможность определить год рождения. По жене Агрофене Корнилове и детям Авдотье и Марии дается оба возраста, из чего можно заключить, что предыдущая ревизия проводилась 13 лет назад, в 1782 г.

Сергей Митюков 69 (лет по последней ревизии, т.е. 1713 г.р.) Умер в 1789-м г.

У него жена Агрофена Корнилова, «взятая Оханской округи Гавриловской волости деревни Гавриловки крестьянина Корнила Густенева дочь» 30 лет по последней ревизии, сейчас 43 года (1752 г.р.).

У них дети

Сын, рожденной после ревизии, Андрей, 12 лет (1783 г.р.).

Дочери, написанные в последнюю ревизию:

Прасковья «выдана в замужство Сарапулской округи села Козлова за крестьянина Василья Васильева», 12 лет по последней ревизии (1770 г.р.).

Анна «выдана в замужество того ж завода за мастерового Григорья Чюракова», 11 лет по последней ревизии (1771 г.р.).

Авдотья 5 лет в последней ревизии, 18 лет сейчас (1777 г.р.).

Марья 4 лет в последней ревизии, 17 лет сейчас (1778 г.р.).

Ирина 3 недели в последней ревизии, «Умре в 783-м году»

Рожденная после ревизии Настасья – 5 лет (1790 г.р.) (Пислегин, Чураков, 2018: 23).

Иван Митюков к этому времени обзавелся своей семьей.

Иван Митюков 10 лет в последней ревизии, 23 года сейчас (1772 г.р.).

Его жена Палагея Тихонова, взятая того ж мастерового Тихона Смагина дочь, 21 год (1774 г.р.) (Пислегин, Чураков, 2018: 114).

Видно, что в целом, годы рождения колеблются на год-два, кроме Агрофены Корниловы, разница в годе рождения которой составляет почти 10 лет.

Таким образом, плотинных дел мастер Сергей Яковлевич Митюков родился около 1713 г., умер в 1789 г. От второго брака у него имелось два сына: Иван (1773 г.р.) и Андрей (1783 г.р.). Судя по тому, что самая младшая в семье Настасья родилась уже после смерти отца, можно предположить, что из тюрьмы он был выпущен и доживал свои последние дни в кругу семьи.

4. Результаты

Доказательство родства и поиск родословной лучше всего начинать с имеющихся в семейном архиве документов. Традиционно полагается, что свидетельство о рождении – самый ценный документ. Кроме того, что он имеет юридическую силу при доказательстве родства, большого смысла для поиска родословной от него нет. Там сообщаются фамилии, имена и отчества родителей. А вот указание года рождения, который и необходим для дальнейших поисков, зависит от формы документа. По крайней мере, форма, которая была принята в 1936 г., в момент рождения Виталия Николаевича Митюкова, эти сведения не фиксировала. В этой связи, более информативен другой документ. При снятии с воинского учета В.Н. Митюкову в военкомате была выдана Учетно-послужная карточка, которая на момент заполнения (при призыве) фиксировала возраст родителей. Именно оттуда можно узнать, что его мать, Митюкова Александра Михайловна, 1902 г.р. Отец его (Митюков Николай Алексеевич) к этому времени уже умер и потому в графе семейного положения отсутствовал. Это максимум, что могли дать семейные архивы.

Следующий этап поиска данных по предкам может состоять в поиске личных дел по месту работы. Так в архиве ПО «Ижмаш» имеется личное дело Митюкова Николая Алексеевича, 1898 г.р. (АИ. Ф. 1. Оп. 41. Д. 4887)¹. Из него явствует, что он родился 5 мая 1898 г. в Ижевске, ул. Казанская, д. 36. Отец – Митюков Алексей Иванович, дата рождения отсутствует, дата смерти 2.12.1919 г., мать – Димитриева (Митюкова) Наталья Федоровна, дата рождения и смерти отсутствуют (АИ. Ф. 1. Оп. 41. Д. 4887. Л. 1).

Этих сведений вполне достаточно, чтобы найти запись в метрических книгах.

В метрической книге Александро-Невского собора Ижевского завода за 1898 г. имеется запись о рождении № 500 (муж.) от 5 мая 1898 г. сына Николая у Алексея Иванова Митюкова и жены его Натальи Федоровы (Рисунок 1) (ЦГА УР. Ф. 6. Оп. 1. Д. 153. Л. 381). В данной записи возраст родителей отсутствует, но если посмотреть более ранние записи о браках, можно найти запись о браке родителей.

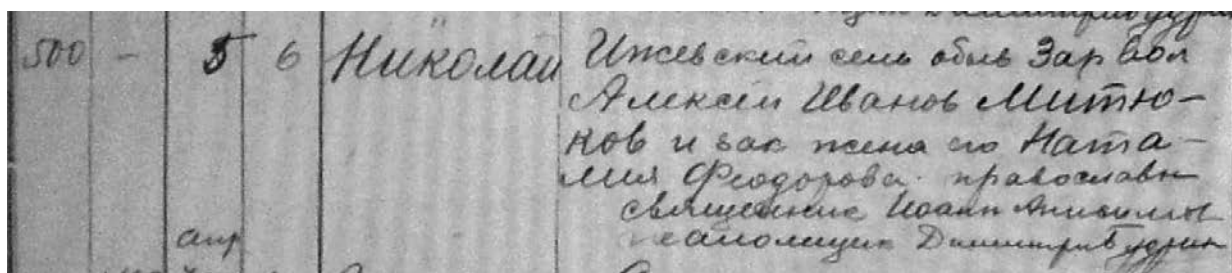


Рис. 1. Запись о рождении Николая Алексеева Митюкова (5 мая 1898 г.)

¹ В настоящее время все дела этого фонда переданы в ЦГА УР и находятся в стадии описи.

Она обнаруживается в метрической книге за 1895 г., где есть запись о браке № 120 от 27 января 1895 г. Алексея Иванова Митюкова и Натальи Федоровой Димитриевой (Рисунок 2) (ЦГА УР. Ф. 6. Оп. 1. Д. 153. Л. 381). Видно, что на момент заключения, Алексею Иванову было 19 лет, Наталье Федоровой – 20. Таким образом, получается, что он примерно 1876 г.р., она – 1875. Около этой даты следует искать запись о рождении.

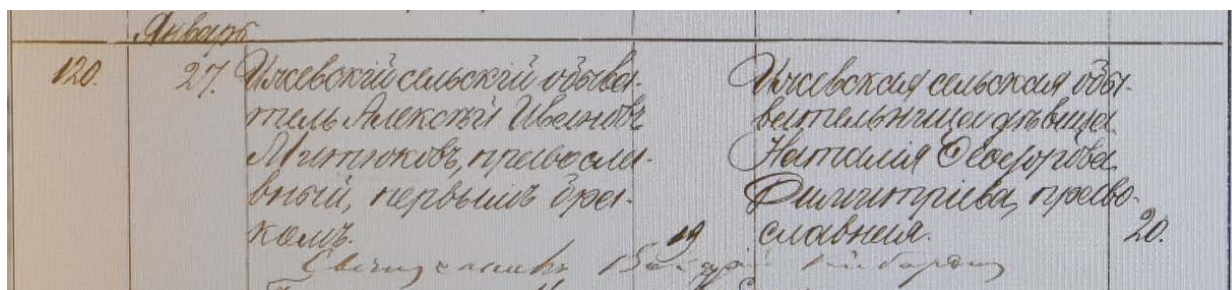


Рис. 2. Запись о браке Алексея Иванова Митюкова и Натальи Федоровой Димитриевой (27 января 1895 г.)

Она обнаруживается в метрической книге за 1875 г., где имеется запись № 156 (муж.) от 8 марта этого года о рождении Алексея, родителями которого значатся Митюковы Иван Александров и Мария Аверкиева (Рисунок 3) (ЦГА УР. Ф. 6. Оп. 1. Д. 109. Л. 73). После этого начинаем просматривать дальше по времени запись о браке между родителями.

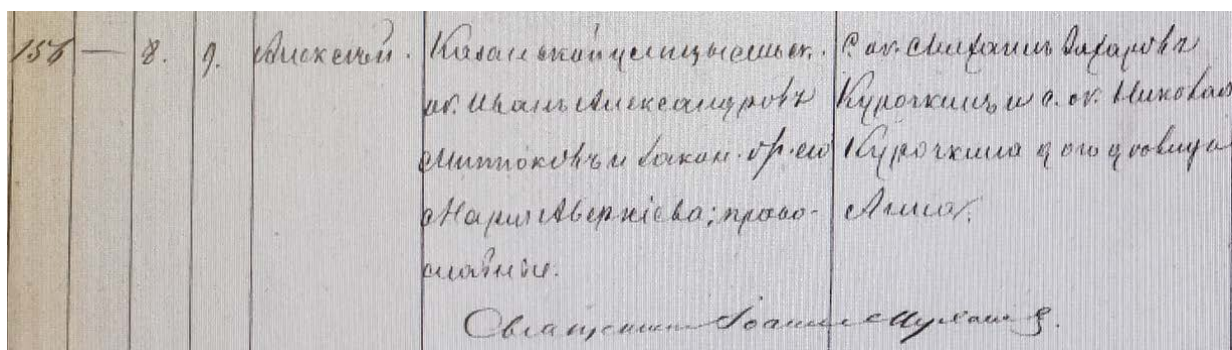


Рис. 3. Запись о рождении Алексея Иванова Митюкова (8 марта 1875 г.)

В предыдущий год, в метрической книге за 1874 г. имеется запись № 113 от 30 января 1874 г. о вступлении в брак Ивана Александрова Митюкова, 18 лет и Марии Аверкиевы Курочкиной, 18 лет (Рисунок 4) (ЦГА УР. Ф. 6. Оп. 1. Д. 107. Л. 386). Таким образом, супруги получают примерно 1856 г.р.

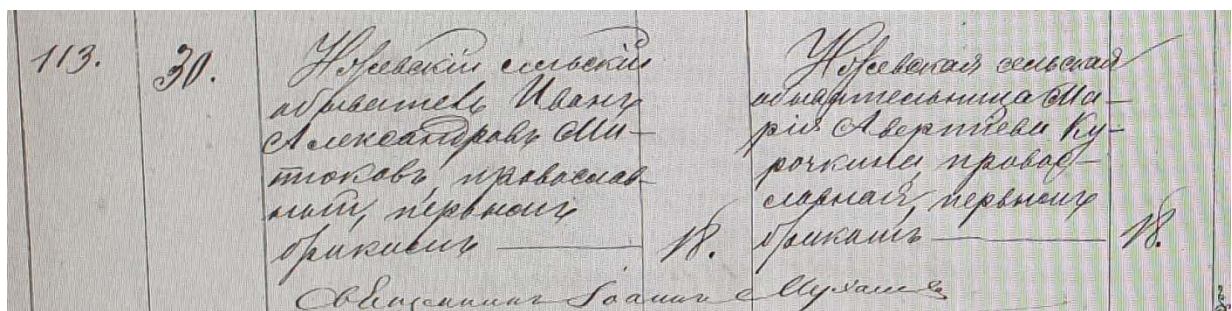


Рис. 4. Запись о браке Ивана Александрова Митюкова и Марии Аверкиевы Курочкиной (30 января 1874 г.)

В метрической книге за 1855 г. имеется запись о рождении № 344 (муж.) от 10 июня 1855 г. сына Иоанна у Александра Иванова Митюкова и его жены Надежды Степановой (Рисунок 5) (ЦГА УР. Ф. 20. Оп. 1. Д. 77. Л. 98). Что интересно, крестным отцом ребенка выступил Федор Александров Митюков. Это может означать, что Иоанн родился либо во втором браке, либо он – поздний ребенок. Наши предположения полностью оправдались. Буквально на несколько лет ранее обнаруживается запись о браке от 15 февраля 1853 г. мастерового Федора Александрова Митюкова с Александрой Ивановой Максимовой (ЦГА УР. Ф. 20. Оп. 1. Д. 75. Л. 205). На момент заключения брака Федору был 21 год, это означает, что он примерно 1832 г.р. И действительно в записи от 2 февраля 1832 г. значится, что у мастерового Александра Иванова Митюкова и его жены Надежды Степановой родился сын Федор (ЦГА УР. Ф. 20. Оп. 1. Д. 53. Л. 23). Получается, что запись о браке Александра Иванова надо искать раньше этой даты.

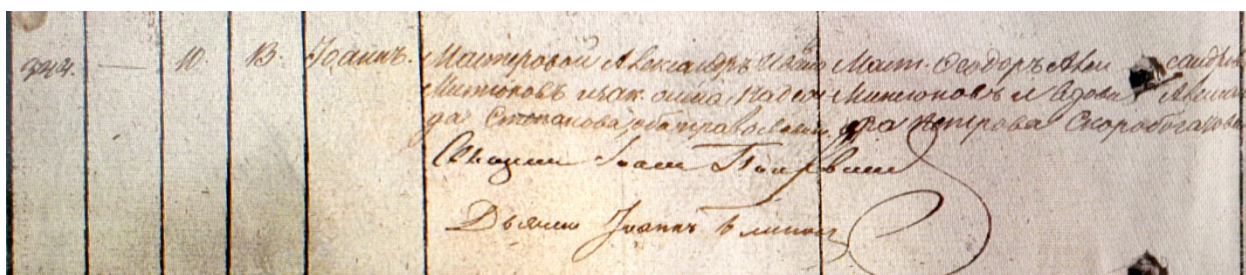


Рис. 5. Запись о рождении Иоанна Александрова 10 июня 1855 г.

В метрической книге от 1 сентября 1811 г. имеется запись № 358 (муж.) о рождении сына Александра у мастерового Ивана Сергеева Митюкова (Рисунок 6; ЦГА УР. Ф. 20. Оп. 1. Д. 26. Л. 227). Мать в записях этого периода не указывалась.

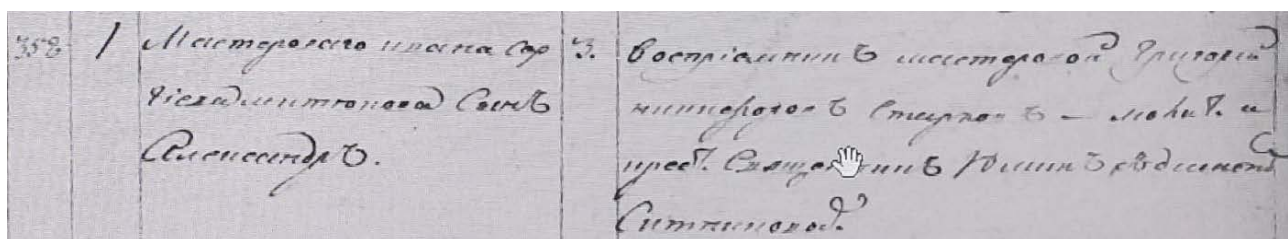


Рис. 6. Запись о рождении сына Александра у мастерового Ивана Сергеева Митюкова

В Деле 1 (ЦГА УР. Ф. 20. Оп. 1. Д. 1) имеются исповедальные росписи Пророко-Ильинской церкви Ижевского завода в период с 1793 по 1805 г. Что интересно, семья Ивана Митюкова в ранних росписях отсутствует, зато имеется в 1803 г. и позднее.

В 1803 г. под № 245 значится Иван Сергеев Митюков, 31 год.

Жена его Пелагея Тихоновна, 31 год.

Дети их Марья, 3 года и Домника, 2 года (ЦГА УР. Ф. 20. Оп. 1. Д. 1. Л. 523).

Получается, что Иван и его супруга примерно 1772 г.р.

В исповедальной росписи 1804 г. под № 249 значится семья Ивана Сергеева Митюкова, 32 года.

Жена его Пелагея Тихоновна, 32 года.

Дети их: Мария, 5 лет, Домника, 4 года, Екатерина, 1 год (ЦГА УР. Ф. 20. Оп. 1. Д. 1. Л. 574). Иван и его супруга получают 1772 г.р.

Таким образом, получается, что Иван Сергеев Митюков действительно старший сын Сергея Яковлева, по-видимому около 1800 г. перебравшийся на Ижевский завод. При этом младший брат Андрей остался в Воткинске.

Таблица 1. Схема потомков по мужской линии С.Я. Митюкова

Потомок	Жена,	Возраст	
		отца	матери
Сергей Яковлевич, 1712	Аграфена Корниловна, 1752?	—	—
Воткинская линия			
Андрей Сергеевич, 1783	Фекла Федоровна, 1787	71	31
Григорий Андреевич, 1812	Акулина, 1807	29	25
Дмитрий Григорьевич, 1837	—	22	30
Ижевская линия			
Иван Сергеевич, 1772	Пелагея Тихоновна, 1772	60	20
Александр Иванович, 1811	Надежда Степановна, 1811	39	39
Иван Александрович, 1855	Мария Аверкиевна, 1856	44	44
Алексей Иванович, 1875	Наталья Федоровна, 1875	20	19
Николай Алексеевич, 1898	Александра Михайловна, 1901	23	23

5. Заключение

Рассмотренная методика доказательства родства не обладает юридической силой, но она позволяет определить является ли какое-то историческое лицо предком или нет. В данном случае практически однозначно доказывается родство на основании совпадения даты рождения, имени и отчества как самой персоны, так и его супруги.

В литературе имеется стереотип, что до революции рано заключали браки и рано заводили детей. Генеалогическое дерево Митюковых опровергает это. Оно дает примеры ранних браков в 17 лет, и появление детей сразу после вступления в брак, но гораздо чаще дети заводились в зрелом возрасте, после 30 лет. Средний возраст отца – 38,5 лет, средний возраст матери – 29 лет (Таблица 1). Также на основе данных таблицы видно, что, как правило, жена одного возраста с мужем. Таким образом, мастеровые меньше придерживались патриархального уклада, когда в жены брали намного моложе себя. В целом, выводы по линии С.Я. Митюкова подтверждают наши более ранние выводы (Mitiukov, Mitiukova, 2022). Причины этого следует искать в необходимости получения устойчивого заработка на заводе, для чего необходима высокая квалификация.

Следует также отметить, что кроме С.Я. Митюкова профессиональное признание получил Александр Иванович Митюков, удостоенный специального наградного кафтана (в настоящее время выявлено не более двух сотен «кафтанчиков» за всю историю Ижевских заводов (Шумилов, 2018)). А, например, Дмитрий Митюков в составе заводской бригады монтировал шпиль Петропавловского собора в Санкт-Петербурге (Андреева, 2013), и участвовал в сборке в Санкт-Петербурге парохода Балтийского флота «Работник».

Литература

АИ – Архив ПО «Ижмаш».

Андреева, 2013 – Андреева Е.А. Создание шпиля Петропавловского собора на Воткинско-Камском заводе в 1857–1858 гг. // Вестник Московского государственного гуманитарного университета им. М.А. Шолохова. История и политология. 2013. № 1. С. 12–21.

Мишина, 2021 – Мишина А.П. Схема конспекта занятия «Топонимы и микротопонимы Воткинского пруда» // Инфоурок. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/shema-konspekta-zanyatiya-toponimy-i-mikrotoponimy-votkinskogo-pruda-5313341.html>

Пислегин, Чураков, 2015 – Пислегин Н.В., Чураков В.С. Первые ижевцы и воткинцы. Население Ижевского и Воткинского заводов по данным III ревизии. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. 192 с.

Пислегин, Чураков, 2018 – Пислегин Н.В., Чураков В.С. Население Ижевского и Воткинского заводов по данным V ревизии (1795 г.). Ижевск: Монпоражен, 2018. 371 с.

Пугачевщина, 1926 – Пугачевщина. Т. 1. Из архива Пугачёва (манифесты, указы и переписка). М., Л.: Государственное издательство РСФСР, 1926. 292 с.

Ступишин, 1959 – Ступишин В.Н. Воткинские были. Исторические очерки 1759–1959. Ижевск: Удмурт. кн. изд-во, 1959. 246 с.

ЦГА УР – Центральный государственный архив Удмуртской Республики.

Шумилов, 2018 – Шумилов Е.Ф. История Ижевска: краткий очерк. Ижевск: Удмуртия, 2018. 384 с.

Mitiukov, Mitiukova, 2022 – Mitiukov N.W., Mitiukova A.N. Comparative Analysis of the Families of the Old Believers in the Votkinsk Region of the Udmurt Republic and the Artisans of the Izhevsk Factory According to the 1897 Census Book // *Population Processes*. 2022. 7(1): 19-29. DOI: 10.13187/popul.2022.1.19

Ponosov, 2024 – Ponosov A.G. Confession Lists of the Dmitrievskaya Church of 1782 as a Source on the Demography of the Votkinsk Region, Partially Replacing the Lost IV Revision // *Population Processes*. 2024. 9(1): 3-115. DOI: 10.13187/popul.2024.1.3

References

AI – Arkhiv PO «Izhmash» [Izhmash Production Association Archive].

Andreeva, 2013 – Andreeva, E.A. (2013). Sozдание shpilya Petropavlovskogo sobora na Votkinsko-Kamskom zavode v 1857–1858 gg. [Creation of the spire of the Peter and Paul Cathedral at the Votkinsk-Kama Plant in 1857–1858]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta im. M.A. Sholokhova. Istoriya i politologiya*. 1: 12-21. [in Russian]

Mishina, 2021 – Mishina, A.P. (2021). Skhema konspekta zanyatiya «Toponimy i mikrotoponimy Votkinskogo pruda» [Lesson plan: “Toponyms and microtoponyms of the Votkinsk Pond”]. Infourok. 2021. [Electronic resource]. URL: <https://infourok.ru/shema-konspekta-zanyatiya-toponimy-i-mikrotoponimy-votkinskogo-pruda-5313341.html> [in Russian]

Mitiukov, Mitiukova, 2022 – Mitiukov, N.W., Mitiukova, A.N. (2022). Comparative Analysis of the Families of the Old Believers in the Votkinsk Region of the Udmurt Republic and the Artisans of the Izhevsk Factory According to the 1897 Census Book. *Population Processes*. 7(1): 19-29. DOI: 10.13187/popul.2022.1.19

Pislegin, Churakov, 2015 – Pislegin, N.V., Churakov, V.S. (2015). Pervye izhevtsy i votkintsy. Naselenie Izhevskogo i Votkinskogo zavodov po dannym III revizii [The first Izhevsk and Votkinsk residents. Population of the Izhevsk and Votkinsk plants according to the third revision]. Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy. 192 p. [in Russian]

Pislegin, Churakov, 2018 – Pislegin, N.V., Churakov, V.S. (2018). Naselenie Izhevskogo i Votkinskogo zavodov po dannym V revizii (1795 g.) [Population of the Izhevsk and Votkinsk plants according to the Fifth revision (1795)]. Izhevsk: Monporazhen. 371 p. [in Russian]

Ponosov, 2024 – Ponosov, A.G. (2024). Confession Lists of the Dmitrievskaya Church of 1782 as a Source on the Demography of the Votkinsk Region, Partially Replacing the Lost IV Revision. *Population Processes*. 9(1): 3-115. DOI: 10.13187/popul.2024.1.3

Pugachevshchina, 1926 – Pugachevshchina. T. 1. Iz arkhiva Pugacheva (manifesty, ukazy i perepiska) [From the Pugachev archive (manifestos, decrees and correspondence)]. M., L.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo RSFSR, 1926. 292 p. [in Russian]

Shumilov, 2018 – Shumilov, E.F. (2018). Istoriya Izhevsk: kratkii ocherk [History of Izhevsk: a brief outline]. Izhevsk: Udmurtiya. 384 p. [in Russian]

Stupishin, 1959 – Stupishin, V.N. (1959). Votkinskie byli. Istoricheskie ocherki 1759–1959 [There were Votkinsk ones. Historical essays 1759–1959]. Izhevsk: Udmurt. kn. izd-vo. 246 p. [in Russian]

TsGA UR – Tsentral'nyi gosudarstvennyi arkhiv Udmurtskoi Respubliki [Central State Archives of the Udmurt Republic].

Сергей Яковлевич Митюков и его потомки по мужской линии

Николай Витальевич Митюков ^{a, *}, Аксинья Николаевна Митюкова ^b

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: nico02@mail.ru (Н.В. Митюков)

^a Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук, Ижевск, Российская Федерация

^b Лингвистический лицей № 25, Ижевск, Российская Федерация

Аннотация. Фигура Сергея Яковлевича Митюкова до сих пор оценивается неоднозначно. С одной стороны, он для периода царской России сделал просто исключительную карьеру от рекрутированного крестьянина до управляющего Воткинского завода. Но с другой стороны, он пытался найти общий язык как с царским правительством, так и с пугачевцами. В результате до революции его критиковали за коллаборационизм, а в советское время за предательство идей пугачевского бунта. Эта неоднозначность в оценке его фигуры сохранилась и до настоящего времени. В работе на основе методов генеалогических исследований производится доказательство родства авторов с С.Я. Митюковым. Дается для этого пошаговая инструкция. Реконструированная линия потомков С.Я. Митюкова опровергает существующие стереотипы о быте в дореволюционной России. Так мастеровые обычно заводили детей уже в зрелом возрасте, из-за необходимости обеспечить свою профессиональную карьеру и тем самым устойчивый доход семье. Кроме того, в отличие от патриархального уклада, в жены брали как правило своих ровесниц, а иногда и старше.

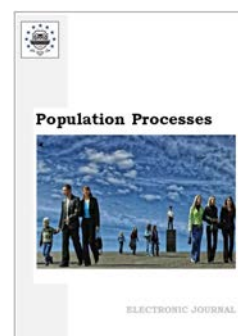
Ключевые слова: генеалогия, Сергей Яковлевич Митюков, доказательство родства, мужская линия.

Copyright © 2025 by Cherkas Global University



Published in the USA
Population Processes
Issued since 2014.
E-ISSN: 2500-1051
2025. 10(1): 53-63

DOI: 10.13187/popul.2025.1.53
<https://pp.cherkasgu.press>



Smart Cities as a Factor of Demographic Stability: Trends in Technological Integration for Resource Management and Development

Artem D. Mulyndin ^a, Sofya A. Shikhova ^a, Vladimir Yu. Mironov ^a, Alisa A. Milenkaya ^a

^a Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Russian Federation

Abstract

The article traces the historical evolution of the Smart City concept from its initial technocratic understanding to a modern holistic model focused on systemic sustainability and data – driven governance. Based on the analysis of scientific publications and practical cases, including the experience of implementing the Urban Environment Quality Index (ICGS) in Russia, the key phases of this transformation are identified. Particular attention is paid to demographic dynamics as a critical indicator of the effectiveness of urban governance. Using the example of comparing data on Arkhangelsk (a traditional city with a steady population decline) and Singapore (a global example of a "smart" city with stable growth), as well as analyzing demographic trends in Russian cities that are actively implementing elements of "smart" transformation (such as Innopolis, Kazan, Moscow), it is shown that the modern paradigm "Smart City" is a synthesis of technological tools, strategic planning and socially oriented management. Technology is not an end in itself, but a tool for achieving long-term sustainability, adaptability, and demographic attractiveness of the urban environment.

Keywords: smart city, resource management, sustainable development, big data, Internet of Things (IoT), energy efficiency, climate adaptation, Urban Environment Quality Index (UEQI), small towns, digital twins, agglomerations, standardization, GOST R 70531-2022, population dynamics, demographic stability, migration attractiveness, quality of life, Russian cities, Innopolis, comparative analysis.

1. Введение

В условиях глобальной урбанизации, нарастания климатических изменений и обострения межтерриториальной конкуренции за человеческий капитал города сталкиваются с необходимостью фундаментальной трансформации систем управления ресурсами. Демографическая динамика – устойчивый рост, стагнация или убыль населения – становится ключевым интегральным индикатором, отражающим успешность или неудачу этой трансформации. Концепция «Умного города» предлагает для этого мощный технологический и управленческий инструментарий, однако его эффективность наглядно проявляется не только в оптимизации процессов, но и в способности создавать среду, привлекательную для жизни и работы, что в конечном итоге определяет демографическое будущее территории. Концепция «Умного города» предлагает для этого мощный технологический инструментарий, однако его эффективность определяется не разрозненным внедрением инноваций, а формированием целостных, взаимосвязанных трендов. Современный этап технологической интеграции характеризуется переходом от точечной оптимизации к системной перестройке городского устройства, где технологии

связывают различные аспекты устойчивого развития (Институт экономики города, 2023; Клименко и др., 2016).

Современный этап технологической трансформации городской среды отражают переход от точечной оптимизации к системной перестройке всех элементов городского устройства, где технологии выступают связующим звеном между различными аспектами развития. Фундаментальным трендом, пронизывающим все сферы городского управления, стало превращение данных в ключевой ресурс развития. Переход к управлению, основанному на данных, требует применения современных математических методов, что иллюстрируется исследованиями по решению задач цифровизации движения населения (Ketova, 2024) и оптимизации городских транспортных систем (Вавилова, 2022; Kasatkina, 2021).

Для достижения этой цели в работе решаются следующие задачи: проследить эволюцию концепции «Умного города» к холистической модели; проанализировать роль стандартизированных метрик и данных в стратегическом управлении; оценить тренды в сфере климатической адаптации и интеллектуального управления ресурсами; выявить специфику «умной» трансформации для городов разного типа; исследовать влияние глобальных экспертных сетей и стандартов на городскую политику; на основе сравнительного анализа демографических траекторий доказать тезис о том, что успешная «умная» трансформация становится ключевым драйвером демографической устойчивости.

2. Материалы и методы

Исследование построено на комплексном анализе научных публикаций, официальных статистических данных, нормативных документов и практических кейсов внедрения технологий «умного города». Методологическую основу составили сравнительный анализ, анализ динамики и корреляций, кейс-стади и контент-анализ.

Сравнительный анализ был применен к демографическим и социально-экономическим показателям городов, выбравших разные траектории развития. В выборку вошли глобальный лидер Сингапур, российские города, активно внедряющие элементы «умной» трансформации (Москва, Казань, Иннополис, Тюмень, Якутск) (Росстат, 2024), и города, сохраняющие традиционную модель управления (Архангельск, Петропавловск-Камчатский, Новосибирск) (Росстат, 2024). Это позволило выявить контрастные модели и их результаты.

Для оценки трансформации управленческих практик и выявления структурных сдвигов в развитии городских пространств был проведен анализ динамики и корреляций на основе данных Индекса качества городской среды за 2018–2022 годы (Институт экономики города, 2023). Этот стандартизированный инструмент, агрегирующий 36 индикаторов, выступил количественной основой для оценки эффективности политик благоустройства.

Метод кейс-стади использовался для углубленного изучения конкретных аспектов «умной» трансформации. На примере Москвы были проанализированы результаты модернизации энергокомплекса и внедрения интеллектуальных систем в контексте климатической адаптации (Гапо и др., 2019). На основе исследований, посвященных инфраструктурным проблемам малых городов, была сформулирована парадигма их «умной специализации». Также был рассмотрен механизм влияния национального стандарта ГОСТ Р 70531-2022 на процессы адаптации к изменениям климата (Стандарт..., 2022).

Наконец, контент-анализ научной литературы и документов международных организаций, таких как МГЭИК и сеть C40 Cities, позволил выявить важный тренд глобализации городской политики и роль транснациональных экспертных сетей в формировании локальных стратегий устойчивого развития (Близнецкая и др., 2024; Стандарт..., 2022). Все использованные статистические данные и источники являются актуальными и авторитетными, что обеспечивает достоверность выводов.

3. Результаты

Российский опыт внедрения Индекса качества городской среды (ИКГС) служит эталонным примером операционализации конструкта «качество городской среды». ИКГС агрегирует 36 индикаторов в 6 субиндексов (типов пространств), что позволяет количественно оценивать и сравнивать состояние городов (Таблица 1) (Институт экономики города, 2023).

Таблица 1. Динамика ключевых индикаторов ИКГС для городов России

Год	Доля городов с благоприятной средой (ИКГС > 50 % от макс.)	Средний балл: озелененные пространства	Средний балл: улично-дорожная сеть	Примечание
2018	23,5 %	98	112	База для сравнения
2022	54 %	125	145	Целевой показатель (45 %) превышен

Данные показывают статистически значимый рост показателей, особенно в изначально отстающих сферах. Этот тренд подтверждается усилением положительной корреляции между численностью населения города и значением ИКГС ($r = 0,45$ в 2018 г. до $r = 0,61$ в 2022 г. для городов >100 тыс. чел.) (Институт экономики города, 2023; Ахтямов, 2023).

Российский опыт внедрения ИКГС наглядно демонстрирует, как стандартизированные метрики трансформируют управленческие практики. Этот инструмент, рассчитываемый по единой методике с 2018 года, эволюционировал от системы мониторинга до механизма стратегического планирования (Институт экономики города, 2023; Ахтямов, 2023), позволяющего:

- Выявлять диспропорции в развитии городских пространств, когда перекосы в сторону жилищного строительства в ущерб озелененным территориям или социально-досуговой инфраструктуре становятся очевидными;
- Обеспечивать адресное распределение ресурсов, направляя инвестиции именно в те сферы, которые отстают по объективным показателям;
- Создавать прозрачную систему оценки эффективности муниципалитетов, формируя конкурентную среду и стимулируя обмен лучшими практиками.

Развитием этого подхода становится создание комплексных метрик, оценивающих взаимосвязь различных городских подсистем. Коэффициент координации связи (ККС) (Манаева, 2022) количественно оценивает степень синхронизации между экономическим развитием города и его климатическими параметрами. Интеграция подобных показателей в городские платформы данных позволяет осуществлять проактивное управление: получая сигналы о снижении ККС, власти могут заблаговременно инициировать корректирующие меры, например, внедрять «зеленые» стандарты в строительстве для смягчения эффекта «городского острова тепла». Такой анализ является основой для оптимизации использования энергетических, водных и транспортных ресурсов (Kasatkina, 2021).

В условиях нарастания климатических изменений исследования взаимосвязи урбанизации и энергопотребления выявляют сложную сезонную асимметрию: глобальное потепление и локальный «остров тепла» совместно приводят к снижению энергозатрат в холодный период (уменьшение показателя градусо-сутки отопительного периода) и одновременному росту энергозатрат в теплый период (увеличение показателя градусо-сутки охлаждения) (Клименко и др., 2016). Однако для российских городов это перераспределение носит резко асимметричный характер – даже в условиях потепления расходы на охлаждение составляют 4–21% от расходов на отопление, что определяет стратегический приоритет в оптимизации именно систем теплоснабжения (Клименко и др., 2016).

Опыт Москвы служит актуальной моделью построения адаптивной энергетической системы в рамках концепции «умного» города». Масштабная модернизация энергокомплекса, включающая ввод парогазовых энергоблоков суммарной мощностью 2861 МВт, массовую установку интеллектуальных приборов учета и опережающую замену сетей, позволила достичь парадоксального результата: подключение свыше 75 млн кв. метров недвижимости произошло без роста энергопотребления. Результаты представлены в Таблице 2 (Гашо и др., 2019).

Таблица 2. Ключевые показатели энергоэффективности и климатической адаптации (на примере Москвы)

Показатель	Базовый период (2009–2011)	Текущее состояние (2023–2025)	Примечание
Ввод мощностей ПГУ	–	2861 МВт	Снижение удельного расхода топлива
Энергопотребление на 1 м ² новой недвижимости	1	0,85	Экономия 15 % при подключении >75 млн м ² недвижимости
Соотношение затрат: отопление и охлаждение	85 %/15 %	79 %/21 %	Увеличение затрат на охлаждение в связи с изменениями климата

Этот кейс демонстрирует, что современный тренд заключается не в наращивании генерации, а в интеллектуальном управлении существующими мощностями. Ключевыми технологическими направлениями в этой сфере становятся ([Гашо и др., 2019](#); [Носов, 2022](#)):

- Создание цифровых двойников для прогнозирования климатических рисков и сценарного планирования развития инфраструктуры до 2030 года;
- Развитие умных сетей, способных балансировать пиковые нагрузки и обеспечивать самовосстановление после аварийных ситуаций;
- Внедрение «зеленой» инфраструктуры как природно-технического решения для смягчения эффекта острова тепла и управления ливневыми стоками;
- Использование предиктивной аналитики для опережающего обслуживания инфраструктуры на основе данных IoT-сенсоров.

Однако количественные показатели благоустройства и комфорта городской среды, фиксируемые ИКГС, должны рассматриваться в неразрывной связи с демографическими трендами. Рост индекса может не сопровождаться улучшением демографической ситуации, если не решены базовые проблемы экономики, занятости и социального самочувствия. Ярким примером подобного диссонанса является город Архангельск. Несмотря на статус административного центра и исторического города, он демонстрирует устойчивую депопуляцию: за десятилетие (2014–2024 гг.) численность населения сократилась более чем на 58 тыс. человек, при этом миграционный отток в отдельные годы усугублял естественную убыль ([Информационный портал..., 2025](#)). Это свидетельствует о том, что даже позитивные изменения в отдельных сферах городской среды, попадающих в поле зрения ИКГС, могут быть недостаточными для преодоления системных вызовов, ведущих к оттоку населения, особенно молодежи. Таким образом, ИКГС и аналогичные инструменты требуют дополнения комплексным демографическим мониторингом и анализом причин миграционных настроений.

Анализ динамики ИКГС через призму субиндексов выявляет важнейший тренд структурной трансформации – движение от дисбаланса к сбалансированному развитию различных типов городских пространств. Данные показывают, что за период с 2018 по 2022 год наиболее значительный прогресс был достигнут именно в отстающих сферах – субиндекс «Улично-дорожная сеть» вырос в среднем на 29 %, а «Озелененные пространства» – на 28 %, в то время как темпы роста субиндекса «Общественно-деловая инфраструктура» замедлились до 15 % ([Институт экономики города, 2023](#)). Этот структурный сдвиг иллюстрирует принцип «умного» распределения ресурсов: муниципалитеты, получив через стандартизированную систему оценок четкие сигналы о «слабых местах», смогли сконцентрировать усилия на их устранении, обеспечивая более интегрированное развитие городской среды ([Институт экономики города, 2023](#); [Ахтямов, 2023](#)).

Одновременно с этим появляется и обратная сторона технологического развития – усиление агломерационных эффектов. Большие и наиболее населенные малые города демонстрируют опережающие темпы прироста значений ИКГС, в то время как малые города с низкой промышленно-технологической основой теряют первоначальные преимущества в темпах роста. Анализ показывает растущую положительную связь между численностью населения города и значением ИКГС для городов с населением свыше 100 тыс. человек (Институт экономики города, 2023). Более того, 79 % городов-лидеров (ИКГС > 240) входят в состав крупных и крупнейших агломераций, причем 65 % сконцентрированы в Московской и Санкт-Петербургской агломерациях (Институт экономики города, 2023; Ахтямов, 2023). Это способствует концентрации финансовых, человеческих и управленческих ресурсов, что позволяет более эффективно реализовывать масштабные проекты по развитию среды, что усиливает привлекательность центров и усугубляет разрыв с периферийными территориями. Для стратегии «умного города» это означает, что экосистема инноваций и управления имеет тенденцию к пространственной концентрации, создавая новые вызовы пространственного развития (Фролова, 2011; Корюкова, Дайнеко, 2024).

Для малых городов, составляющих 70 % городских поселений России, концепция «Умного города» требует принципиального переосмысления. Их ключевые проблемы носят не технологический, а фундаментальный инфраструктурный характер: транспортная изоляция (160 малых городов удалены от железных дорог, 30 % не имеют выхода к дорогам федерального значения), кризис инженерной инфраструктуры (износ до 99 %) и дезорганизация социальной сферы. В этом контексте речь идет не о капиталоемких высокотехнологичных решениях, а о внедрении адаптивных, малозатратных технологий, нацеленных на эффективное управление крайне ограниченными ресурсами (Фролова, 2011). Актуальными для малых городов являются решения, направленные на преодоление базовых инфраструктурных дефицитов:

- Развитие интеллектуальных систем логистики и маршрутизации, включая сервисы каршеринга и такси, оптимизированные для малых потоков, а также использование технологий ГИС для управления состоянием дорог;
- Внедрение IoT-сенсоров для мониторинга состояния сетей ЖКХ и перехода от аварийного ремонта к предиктивному обслуживанию, что особенно критично при высоком износе фондов;
- Создание цифровых платформ для продвижения локальной экономики, включая продукцию агропромышленного комплекса и народные промыслы, что позволяет компенсировать недостаточное развитие традиционного потребительского рынка;
- Использование механизмов государственно-частного партнерства как основного инструмента привлечения инвестиций в условиях дефицита муниципальных бюджетов.

Успех технологической интеграции в малых городах в меньшей степени зависит от собственно технологий и в большей – от качества управления, развития человеческого капитала и способности найти свою «умную специализацию» в региональной экономической системе (Фролова, 2011).

Демографический кризис малых городов, для многих из которых характерна ситуация, схожая с Архангельском (сокращение населения, старение, отток молодежи), требует от «умной специализации» не только экономической, но и социально-демографической фокусировки. Технологические решения должны быть в первую очередь нацелены на преодоление ключевых факторов оттока: предоставление цифровых возможностей для удаленной занятости и образования, развитие телемедицины, создание комфортной цифровой публичной среды. В противном случае «умные» проекты рискуют остаться островками развития в условиях продолжающейся депопуляции.

Современные стратегии «умного» развития все меньше формируются в национальных кластерах и все больше опосредованы глобальными экспертными сетями. Исследование роли международного научного сотрудничества показывает механизм трансляции знаний от глобальных «эпистемных сообществ» – таких как Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) – к конкретным адаптационным стратегиям городов (Близнецкая и др., 2024). Эти сообщества, объединяющие экспертов, выполняют функцию неких агрегаторов и интерпретаторов научных знаний, структурируя их в формате оценочных

докладов, которые становятся не просто источниками информации, а источниками для управленческих решений городских администраций ([Близнецкая и др., 2024](#)).

На национальном уровне этот тренд проявляется в гармонизации стандартов и нормативной базы. Принятие в России национального стандарта ГОСТ Р 70531-2022 «Адаптация к изменениям климата», адаптированного из международного документа ISO/TS 14092:2020, является показательным примером ([Стандарт..., 2022](#)). Этот стандарт задает концептуальный фундамент для технологической интеграции, требуя:

- Проведения комплексной оценки климатических воздействий и уязвимостей;
- Разработки адаптационных планов на основе научно обоснованных данных;
- Внедрения систем мониторинга и оценки эффективности принимаемых мер;
- Обеспечения интеграции адаптационных мер во все сферы городского управления.

Технологии «умного города» всё чаще развиваются в соответствии с едиными международными стандартами, а сами города превращаются в самостоятельных акторов глобальной климатической политики. Они напрямую взаимодействуют с международными сетями, такими как C40 Cities, и участвуют в формировании глобальной повестки устойчивого развития. Это формирует новую, многоуровневую систему управления, в рамках которой муниципальный уровень становится равноправным участником процессов, традиционно считавшихся прерогативой национальных государств ([Близнецкая и др., 2024](#); [Стандарт..., 2022](#)).

Сравнительный анализ долгосрочных демографических трендов городов, вставших на путь технологической трансформации, и городов, сохраняющих традиционную модель управления, предоставляет убедительные доказательства эффективности парадигмы «умного города». В качестве эталона можно рассмотреть Сингапур, чья стратегия комплексной цифровизации, инвестиций в человеческий капитал и качество жизни привела к стабильному росту численности резидентного населения с 3,27 млн человек в 2000 году до 4,20 млн в 2025 году ([Singapore Government Agency, 2025](#)). Рост обеспечивается за счет сбалансированной политики, сочетающей привлечение высококвалифицированных мигрантов и создание условий для роста благосостояния и продолжительности жизни граждан. Детальная статистика по возрастным группам и типам жилья отражает управляемое, планируемое развитие городской среды ([Singapore Government Agency, 2025](#)).

В полной противоположности этому тренду находятся данные по Архангельску. Город, обладающий значительным историко-культурным потенциалом, показывает устойчивую убыль населения, ускорившуюся в последние годы ([Информационный портал..., 2025](#)). Негативная динамика обусловлена хронической естественной убылью, которую не компенсирует миграция. Пиковые значения смертности и низкая рождаемость указывают на глубокие социально-экономические и, возможно, экологические проблемы, не решаемые в рамках текущей модели управления. Контраст между Сингапуром и Архангельском наглядно иллюстрирует тезис о том, что в современном мире демографическая устойчивость и привлекательность являются не предпосылкой, а результатом успешной «умной» трансформации, ориентированной на человека и его качество жизни.

Данный вывод подтверждается рассмотрением более широкой выборки российских городов, осознанно выстраивающих свою стратегию в рамках парадигмы «умного» развития. Общероссийский демографический контекст, характеризующийся отрицательным естественным приростом, создает конкурентную среду, в которой преимущество получают территории, способные предложить качественную среду и современные возможности: ключевым трендом становится движение от унифицированных подходов к выработке индивидуальной «умной специализации» городов ([Architime, 2025](#)). Так, Якутск реализует проект по созданию IT-столицы страны, Тюмень позиционирует себя как столицу креативных индустрий, а Петропавловск-Камчатский фокусируется на становлении центром экологических компетенций ([Architime, 2025](#)). Эта стратегия направлена не только на экономический рост, но и на создание уникального ценностного предложения для привлечения и удержания человеческого капитала.

Наиболее показательным российским примером является Иннополис в Татарстане — город, изначально спроектированный как экосистема для IT-отрасли. Его цифровая инфраструктура охватывает все аспекты жизни, от оказания госуслуг до тестирования беспилотного транспорта ([Architime, 2025](#)). Эта целостная модель, сочетающая передовые

технологии, комфортную среду и мощный образовательный центр (Университет Иннополис), формирует мощный миграционный магнит, демонстрируя положительную демографическую динамику на фоне общероссийских тенденций (Татарстанстат, 2025).

Важно отметить, что технологическая оснащенность сама по себе не является гарантией демографического успеха. Крупные промышленные и научные центры с высоким уровнем цифровизации (например, Новосибирск, Казань) также сталкиваются с демографическими вызовами, такими как естественная убыль или замедление роста (Новосибирскстат, 2025; Татарстанстат, 2025), что указывает на сложную взаимосвязь технологий, состояния экономики и социального самочувствия. Тем не менее, системная интеграция «умных» решений, ориентированная на повышение качества жизни, создает критическое конкурентное преимущество. Формирование нормативной базы задает рамки для оценки технологий не только по функциональности, но и по их вкладу в социальные и экологические аспекты устойчивого развития территорий (Ведомости, 2025). Таким образом, анализ демографических траекторий российских городов подтверждает, что «умная» трансформация, основанная на специализации, человекоцентричности и стандартизации, становится значимым фактором демографической устойчивости в условиях межтерриториальной конкуренции.

Для проверки выявленной закономерности был проведен сравнительный анализ демографической динамики вышеописанных городов. За базовый период были взяты данные за 2010 год: им было присвоено относительное значение «0», что позволяет отследить долгосрочные тренды в контексте общего изменения населения.

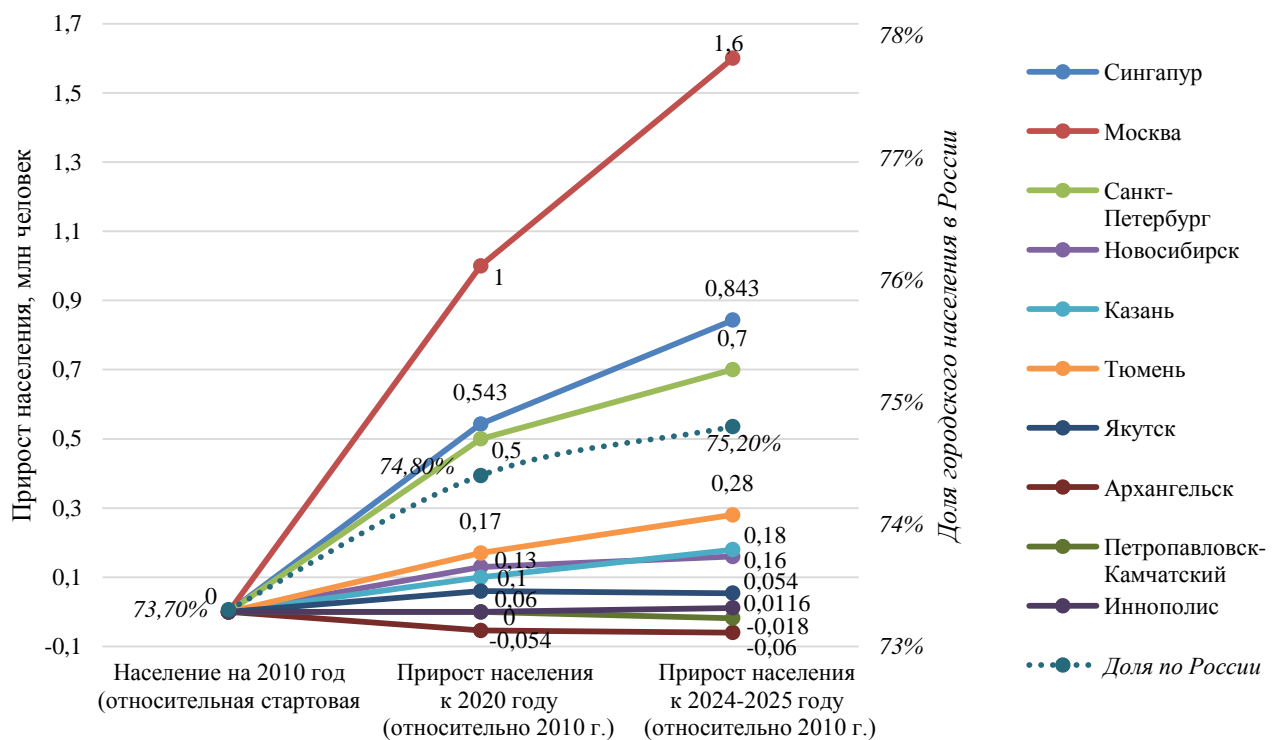


Рис. 1. Динамика прироста численности населения вышеописанных городов за период 2010–2025 гг. (Singapore Government Agency, 2025; Росстат, 2024)

Анализ данных подтверждает формирование выраженного демографического раскола. Города, системно инвестирующие в «умную» трансформацию и формирование уникальной технологической специализации (Москва, Казань, Тюмень, Иннополис), демонстрируют устойчивый рост, значительно опережающий среднероссийские показатели. В особенности показателен пример Иннополиса (Татарстанстат, 2025), чье население с момента основания выросло в несколько раз, что прямо свидетельствует о высокой миграционной привлекательности целенаправленно созданной высокотехнологичной среды.

В то же время города, не сумевшие найти новую модель развития в изменившихся условиях (Архангельск, Петропавловск-Камчатский), продолжают лишь незначительно увеличивать или терять население ([Информационный портал...](#), 2025; [Росстат](#), 2024). Такие крупные научно-образовательные центры, как Новосибирск, демонстрируют околонуллевую динамику, что указывает на то, что даже значительный человеческий капитал без комплексной модернизации городской среды и экономики не является гарантией демографического благополучия ([Новосибирскстат](#), 2025).

Таким образом, количественное сравнение служит убедительным доказательством центрального тезиса исследования: в современной конкурентной реальности именно успешная «умная» трансформация, ориентированная на качество жизни и создание точек экономического роста, становится ключевым драйвером демографической устойчивости и фактором, обращающим вспять общие депопуляционные тренды.

4. Заключение

Анализ, подкрепленный сравнением демографических траекторий «умного» Сингапура и «неумного» Архангельска, позволяет сделать вывод о формировании четких, взаимосвязанных трендов технологической интеграции, определяющих современный облик «умного» города. Фундаментальным сдвигом стала тотальная «датификация», нашедшая выражение в использовании стандартизированных метрик, подобных ИКГС, для стратегического планирования и адресного распределения ресурсов. Климатический императив актуализировал тренд на интеллектуальное управление ресурсами, что подтверждается кейсом Москвы, где рост подключенной недвижимости достигнут без увеличения энергопотребления благодаря модернизации и внедрению умных сетей.

Выявлена структурная трансформация в развитии городских пространств, движущаяся от дисбаланса к сбалансированности, однако одновременно усиливающая агломерационные эффекты и пространственное неравенство. Для малых городов актуальна парадигма «умной специализации», нацеленная на преодоление инфраструктурных дефицитов. Успешная интеграция технологий все больше опосредована глобальными экспертными сетями и гармонизированными стандартами, такими как ГОСТ Р 70531-2022, превращая города в самостоятельных акторов глобальной климатической политики.

Таким образом, количественное сравнение демографических траекторий российских городов служит убедительным доказательством центрального тезиса исследования: в современной конкурентной реальности именно успешная «умная» трансформация, ориентированная на качество жизни и создание точек экономического роста, становится ключевым драйвером демографической устойчивости и фактором, обращающим вспять общие депопуляционные тренды.

Литература

[Ахтямов, 2023](#) – Ахтямов Р.Г. Разработка подходов к адаптации транспортной инфраструктуры к климатическим изменениям // *Инновационные транспортные системы и технологии*. 2023.

[Близнецкая и др., 2024](#) – Близнецкая Е.А., Кутейников А.Е., Шаповалов В.И. Стратегии городов по адаптации к изменению климата в контексте многостороннего международного сотрудничества // *Социология науки и технологий*. 2024.

[Вавилова, 2022](#) – Вавилова Д.Д. Анализ данных системы городского общественного транспорта для решения проблемы дублируемости маршрутов // *Вестник Воронежского государственного университета*. 2022.

[Ведомости, 2025](#) – Стандарт «Устойчивое цифровое развитие»: новый инструмент оценки вклада ИТ-компаний в достижение национальных целей // *Ведомости. Пресс-релизы*. 2025.

[Гашо и др., 2019](#) – Приоритеты климатической адаптации мегаполиса: люди, природа, техника. Научно-методическое издание / Под ред. Е. Гашо. ННФ «РиОС». 2019.

[Институт экономики города, 2023](#) – Институт экономики города. Динамика индекса качества городской среды российских городов в 2018-2022 годах. 2023.

[Информационный портал..., 2025](#) – Информационно-статистический материал (2011–2024). Социально-экономические показатели развития города Архангельска. *Информационный портал города Архангельска*.

[Клименко и др., 2016](#) – Клименко В.В., Гинзбург А.С., Демченко П.Ф., Терешин А.Г., Белова И.Н., Касилова Е.В. Влияние урбанизации и потепления климата на энергопотребление больших городов // *Доклады Академии Наук*. 2016.

[Корюкова, Дайнеко, 2024](#) – Корюкова Ю.Д., Дайнеко Л.В. Качество городской среды городов России: анализ, динамика, направления развития // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2024.

[Манаева, 2022](#) – Манаева И.В. Анализ взаимосвязи экономики и климата в городах России // *Экономика региона*. 2022.

[Новосибирскстат, 2025](#) – Статистический бюллетень «Численность населения по городским и муниципальным округам, муниципальным районам Новосибирской области» на начало 2025 года // *Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области*. 2025.

[Носов, 2022](#) – Носов А.Л. Повышение устойчивости транспортного комплекса к изменениям климата // *Вестник Вятского ГАТУ*. 2022.

[Росстат, 2024](#) – Статистический бюллетень «Численность населения Российской Федерации по полу на начало года». // *Федеральная служба государственной статистики*. 2024.

[Стандарт..., 2022](#) – Стандарт ГОСТ Р 70531 - 2022. Адаптация к изменениям климата. Требование и руководство по планируемой адаптации для органов местного самоуправления и сообществ. // *Российский институт стандартизации*. 2022.

[Татарстанстат, 2025](#) – Статистический бюллетень «Численность населения муниципальных образований Республики Татарстан» на начало 2025 года. // *Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Татарстан*. 2025.

[Фролова, 2011](#) – Фролова Е.В. Проблемы инфраструктуры малых городов России // *Социология власти*. 2011.

[Architime, 2025](#) – Урбанистика будущего: какие тренды формируют качественную городскую среду в России и мире // *Architime.ru*. 2025.

[Kasatkina, 2021](#) – Kasatkina E. V. Mathematical modeling and optimization of traffic flows // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021.

[Ketova, 2024](#) – Ketova K. Application of mathematical methods to solving problems of digitization of population movement // *Hybrid Methods of Modeling and Optimization in Complex Systems (HMMOCS-II-2023). Proceedings of the II International Workshop*. 2024.

[Singapore Government Agency, 2025](#) – Statistics Singapore. Singapore population // A Singapore Government Agency Website. 2025.

References

[Akhtyamov, 2023](#) – Akhtyamov, R.G. (2023). Razrabotka podkhodov k adaptatsii transportnoi infrastruktury k klimaticheskim izmeneniyam [Development of approaches to adaptation of transport infrastructure to climate change]. *Innovatsionnye transportnye sistemy i tekhnologii*. [in Russian]

[Bliznetskaya i dr., 2024](#) – Bliznetskaya, E.A., Kuteinikov, A.E., Shapovalov, V.I. (2024). Strategii gorodov po adaptatsii k izmeneniyu klimata v kontekste mnogostoronnego mezhdunarodnogo sotrudnichestva [Urban strategies for climate change adaptation in the context of multilateral international cooperation]. *Sotsiologiya nauki i tekhnologii*. [in Russian]

[Vavilova, 2022](#) – Vavilova, D.D. (2022). Analiz dannykh sistemy gorodskogo obshchestvennogo transporta dlya resheniya problemy dubliruemosti marshrutov [Data analysis of the urban public transport system to solve the problem of route duplication]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta*. [in Russian]

[Vedomosti, 2025](#) – Standart «Ustoichivoe tsifrovoye razvitiye»: novyi instrument otsenki vklada IT-kompanii v dostizhenie natsional'nykh tselei [The sustainable digital development standard: a new tool for assessing the contribution of IT companies to achieving national goals]. *Vedomosti*. Press-relizy. 2025. [in Russian]

[Gasho i dr., 2019](#) – Prioritety klimaticheskoi adaptatsii megapolisa: lyudi, priroda, tekhnika. Nauchno-metodicheskoe izdanie [Priorities of climate adaptation of a megacity: people, nature, technology. Scientific and methodological publication]. Pod red. E. Gasho. NNF «RiO». 2019. [in Russian]

[Institut ekonomiki goroda, 2023](#) – Institut ekonomiki goroda. Dinamika indeksa kachestva gorodskoi sredy rossiiskikh gorodov v 2018–2022 godakh [Institute of city economics. Dynamics of the urban environment quality index of Russian cities in 2018–2022]. 2023. [in Russian]

[Informatsionnyi portal..., 2025](#) – Informatsionno-statisticheskii material (2011–2024). Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli razvitiya goroda Arkhangel'ska [Information and statistical material (2011–2024). Socio-economic indicators of Arkhangelsk city development]. Informatsionnyi portal goroda Arkhangel'ska. 2025. [in Russian]

[Klimenko i dr., 2016](#) – *Klimenko, V.V., Ginzburg, A.S., Demchenko, P.F., Tereshin, A.G., Belova, I.N., Kasilova, E.V.* (2016). Vliyanie urbanizatsii i potepleniya klimata na energopotreblenie bol'shikh gorodov [The influence of urbanization and climate warming on the energy consumption of large cities]. Doklady Akademii Nauk. [in Russian]

[Koryukova, Daineko, 2024](#) – *Koryukova, Yu.D., Daineko, L.V.* (2024). Kachestvo gorodskoi sredy gorodov Rossii: analiz, dinamika, napravleniya razvitiya [The quality of the urban environment of Russian cities: analysis, dynamics, directions of development]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. [in Russian]

[Manaeva, 2022](#) – *Manaeva, I.V.* (2022). Analiz vzaimosvyazi ekonomiki i klimata v gorodakh Rossii [Analysis of the relationship between the economy and climate in Russian cities]. *Ekonomika regiona*. [in Russian]

[Novosibirskstat, 2025](#) – Statisticheskii byulleten' «Chislennost' naseleniya po gorodskim i munitsipal'nym okrugam, munitsipal'nym raionam Novosibirskoi oblasti» na nachalo 2025 goda [Statistical bulletin “Population by urban and municipal districts, municipal districts of the Novosibirsk region” for the beginning of 2025]. Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Novosibirskoi oblasti. 2025. [in Russian]

[Nosov, 2022](#) – *Nosov, A.L.* (2022). Povyshenie ustoichivosti transportnogo kompleksa k izmeneniyam klimata [Increasing the resilience of the transport complex to climate change]. *Vestnik Vyatskogo GATU*. [in Russian]

[Standart..., 2022](#) – Standart GOST R 70531 – 2022. Adaptatsiya k izmeneniyam klimata. Trebovanie i rukovodstvo po planiruemoi adaptatsii dlya organov mestnogo samoupravleniya i soobshchestv [GOST R 70531-2022 standard. Adaptation to climate change. Requirements and guidelines for planned adaptation for local governments and communities]. *Rossiiskii institut standartizatsii*. 2022. [in Russian]

[Rosstat, 2024](#) – Statisticheskii byulleten' «Chislennost' naseleniya Rossiiskoi Federatsii po polu na nachalo goda» [Statistical bulletin “Population of the Russian Federation by gender at the beginning of the year”]. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki. 2024. [in Russian]

[Tatarstanstat, 2025](#) – Statisticheskii byulleten' «Chislennost' naseleniya munitsipal'nykh obrazovaniy Respubliki Tatarstan» na nachalo 2025 goda [Statistical bulletin “Population of municipalities of the Republic of Tatarstan” for the beginning of 2025]. Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Respublike Tatarstan. 2025. [in Russian]

[Frolova, 2011](#) – *Frolova, E.V.* (2011). Problemy infrastruktury mal'kh gorodov Rossii [Mathematical modeling and optimization of transport flows]. *Sotsiologiya vlasti*. [in Russian]

[Architime, 2025](#) – Urbanistika budushchego: kakie trendy formiruyut kachestvennyuyu gorodskuyu sredu v Rossii i mire [Architecture of the Future: how trends shape the urban environment in Russia and the world]. Architime.ru. 2025. [in Russian]

[Kasatkina, 2021](#) – *Kasatkina, E.V.* (2021). Mathematical modeling and optimization of traffic flows. *Journal of Physics: Conference Series*.

[Ketova, 2024](#) – *Ketova, K.* (2024). Application of mathematical methods to solving problems of digitization of population movement. *Hybrid Methods of Modeling and Optimization in Complex Systems (HMMOCS-II-2023). Proceedings of the II International Workshop*.

[Singapore Government Agency, 2025](#) – Statistics Singapore. Singapore population. A Singapore Government Agency Website. 2025.

«Умный» город как фактор демографической устойчивости: тренды технологической интеграции для управления ресурсами и развития

Артём Данилович Мулындин ^a, Софья Андреевна Шихова ^a, Владимир Юрьевич Миронов ^a, Алиса Александровна Миленская ^a

^a Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Российская Федерация

Аннотация. В статье прослеживается историческая эволюция концепции «Умного города» — от её первоначального технократического понимания к современной холистической модели, ориентированной на системную устойчивость и управление, основанное на данных. На основе анализа научных публикаций и практических кейсов, включая опыт внедрения Индекса качества городской среды (ИКГС) в России, выявляются ключевые фазы этой трансформации. Особое внимание уделяется демографической динамике как критическому индикатору эффективности городского управления. На примере сравнения данных по Архангельску (традиционный город с устойчивой убылью населения) и Сингапуру (глобальный пример «умного» города со стабильным ростом), а также анализа демографических трендов в российских городах, активно внедряющих элементы «умной» трансформации (таких как Иннополис, Казань, Москва), показано, что современная парадигма «Умного города» представляет собой синтез технологического инструментария, стратегического планирования и социально-ориентированного управления. Технологии служат не самоцелью, а инструментом для достижения долгосрочной устойчивости, адаптивности и демографической привлекательности городской среды.

Ключевые слова: умный город, управление ресурсами, устойчивое развитие, большие данные, Интернет Вещей (IoT), энергоэффективность, климатическая адаптация, Индекс качества городской среды (ИКГС), малые города, цифровые двойники, агломерации, стандартизация, ГОСТ Р 70531-2022, динамика населения, демографическая устойчивость, миграционная привлекательность, качество жизни, российские города, Иннополис, сравнительный анализ.