

Пространственная дифференциация городов Центральной Азии в условиях демографической и экологической трансформации: индексный подход и стратегии устойчивого развития

Гульнара Нюсупова¹, Стивен С. Янг², Асем Сарсембаева^{1*}, Асел Баятанова¹, Айгерим Нурболкызы¹, Чингиз Жумагулов¹

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; gulnara.nyussupova@kaznu.kz, a.sarsembayeva.kz@gmail.com, bayatanova.assel@gmail.com, aikenti1987@inbox.ru, c.zhumagulov@gmail.com

²Сейлемский государственный университет, Сейлем, МА, США; syoung@salemstate.edu

*Корреспонденция: a.sarsembayeva.kz@gmail.com

Цитирование: Нюсупова, Г., Янг, С., Сарсембаева, А., Баятанова, А., Нурболкызы, А., Жумагулов, Ч. (2026). Пространственная дифференциация городов Центральной Азии в условиях демографической и экологической трансформации: индексный подход и стратегии устойчивого развития. Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География, 156(3), 178-192. <https://doi.org/10.32523/3107-278X-2026-156-3-178-192>

Академический редактор:
А.М. Сергеева

Поступила: 30.05.2026
Исправлена: 03.06.2026
Принята: 14.09.2026
Опубликована: 30.09.2026



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Аннотация. Статья посвящена количественной оценке пространственной дифференциации городских систем Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и Таджикистана в условиях одновременного демографического и экологического давления. Временной охват - 2019–2024 гг. Цель работы состоит в разработке и апробации Индекса эколого-демографической нагрузки (ИЭДН) - составного показателя, объединяющего нормализованные данные о сальдо миграции, дефиците зелёных зон, риске водного стресса и уровне урбанизации. Практическая значимость определяется тем, что существующие подходы, как правило, рассматривают демографическое и экологическое измерения по отдельности, тогда как именно их совместное действие формирует специфическую для региона модель расселения - с перегруженными ядрами на одном полюсе и обескровленной периферией - на другом. Типология 21 субнационального региона и города выявила три устойчивых класса: ядра-абсорбенты (ИЭДН $\geq 0,70$; 7 единиц), буферные зоны (0,40–0,69; 2 единицы) и активные доноры с критическим экологическим стрессом (ниже 0,40; 12 единиц). Семикратный разрыв значений ИЭДН между крайними полюсами выборки подтверждает острую поляризацию расселения. Для каждого типа территорий предложены адресные стратегии планирования, согласованные с целями ЦУР 11 и ЦУР 13.

Ключевые слова: демография; пространственная дифференциация; эколого-демографическая нагрузка; климатическая миграция; ложная урбанизация; ЦУР 11; ЦУР 13; Центральная Азия; полицентричное развитие.

1. Введение

Когда в начале 1990-х годов рушилась советская плановая система, вместе с ней рушились и механизмы, которые более или менее равномерно распределяли население по территории.

Промышленные предприятия в малых городах закрывались или деградировали; дотационная поддержка отдалённых районов прекращалась; инфраструктура - дороги, больницы, школы - переставала обслуживаться. Это запустило устойчивый отток населения из малых городов и сельской местности. Постепенно нарастая, внутренние миграционные потоки концентрировались в тех центрах, где сохранялись доступные рабочие места и более благоприятные условия жизни, - то есть в нескольких крупных городах (Centre for Economic Research, 2013).

К 2000 году суммарное население четырёх стран - Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и Таджикистана - составляло около 55 млн человек; по прогнозам Всемирного банка, к 2050 году оно превысит 105 млн (World Bank, 2021). Принципиальное значение имеет не сам прирост, а его пространственное распределение. Рисунок 1 показывает, что параллельно с ростом общей численности населения стремительно нарастает и число внутренних климатических мигрантов: с примерно 200 тысяч человек в 2000 году до потенциальных 2,4 млн к 2050-му. Большинство из них движется в одном направлении - в несколько городов, инфраструктурная ёмкость которых не рассчитана на приток такого масштаба.

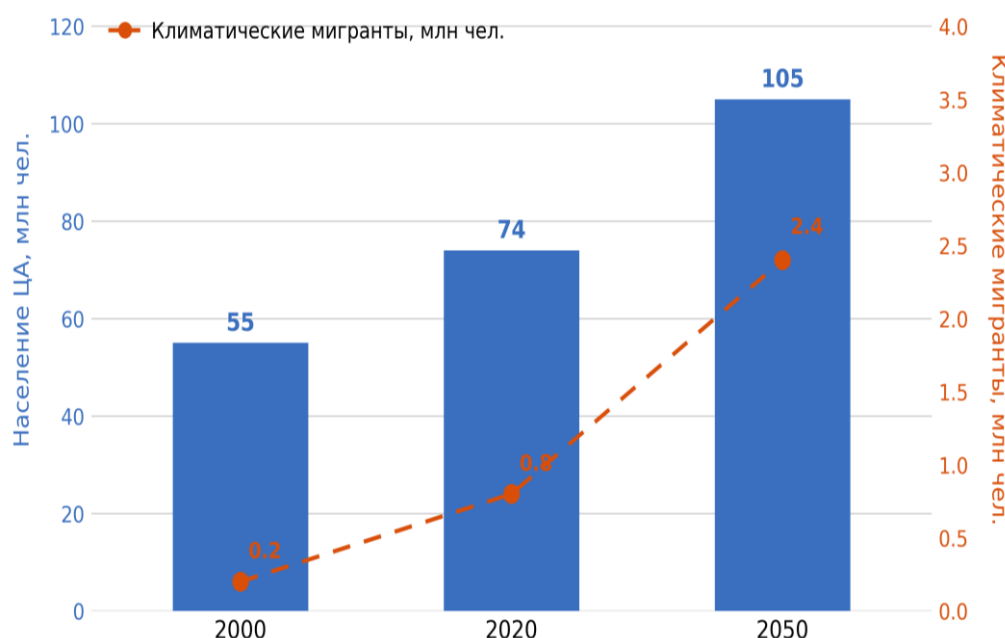


Рисунок 1. Динамика населения и прогноз климатической миграции в Центральной Азии, 2000–2050 гг.

Примечание: составлено авторами на основе данных национальных статистических ведомств и прогнозов Всемирного банка (Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration (World Bank, 2021))

Последнее десятилетие добавило к этой картине новое измерение, которое прежде воспринималось как нечто далёкое и абстрактное, - экологический кризис. Ледники Тянь-Шаня и Памира, по имеющимся оценкам, потеряли за последние полвека от 30 до 40 % своего объёма (Idrisov, 2023). Аральское море практически исчезло. Дефицит поливной воды в Ферганской долине, в Сурхандарьинской и Хатлонской областях носит регулярный характер и ежегодно фиксируется в вегетационный период. Отток населения обусловлен здесь не притягательностью городов, а утратой условий для хозяйственной деятельности на прежнем месте. Этот тип миграции принципиально отличается от экономического: финансовыми инструментами его не остановить.

Парадокс нынешней ситуации состоит в том, что обе проблемы - избыточная концентрация в ядрах и опустение периферии - хорошо задокументированы по отдельности, но почти не изучены в связке. Работы по внутренней миграции, как правило, акцентируют

рыночные детерминанты и лишь вскользь упоминают экологический контекст (Bulegenova et al., 2024; Shchesnovich, 2023). Публикации об экологической деградации, напротив, редко выходят на вопросы расселения (Idrisov, 2023; Seitov, 2023). Разрыв между двумя исследовательскими традициями ведёт к тому, что ни одна из них не даёт полноценной оценки совокупного давления на городские системы. Настоящая работа предпринимает попытку его восполнить.

Цель исследования - разработать и апробировать интегральный индексный инструмент для совместного измерения демографической и экологической нагрузки на урбанизированные системы Центральной Азии, построить на его основе типологию субнациональных территорий и предложить дифференцированные рекомендации в логике ЦУР 11 и ЦУР 13. Для этого последовательно решались четыре задачи: гармонизация данных по 21 региону четырёх стран за 2019–2024 гг.; конструирование Индекса эколого-демографической нагрузки (ИЭДН); построение типологии; субрегиональная верификация через кейс Бухарской области.

Теоретические истоки и состояние вопроса

Идея о том, что пространственные диспропорции самовоспроизводятся, а не выравниваются под давлением рыночных сил, имеет долгую историю в экономической географии. Мюрдаль описал этот механизм через концепцию кумулятивной причинности (Myrdal, 1957): капитал притягивает квалифицированный труд, который порождает новые инвестиции - и так по кругу; периферия же оказывается в зеркально обратной ситуации. Фридман переложил ту же логику на пространственный язык через модель «центр - периферия» (Friedmann, 1966), ставшую отправной точкой для большинства последующих региональных исследований.

В постсоветском контексте эта схема получила конкретное воплощение. Нефёдова и Трейвиш (Nefyodova & Treivish, 2002) зафиксировали, что российские и в целом постсоветские миграционные потоки выстраиваются в строгую иерархическую последовательность: сначала люди перетекают из сёл в районные центры, затем - в областные, затем - в столицы. Малые города проигрывают на каждом этапе этой цепочки. Применительно к Центральной Азии схожий вывод делают Бюлегенова и соавторы (Bulegenova et al., 2024), систематически отслеживавшие агломерационную динамику региона за 2000–2023 годы: во всех четырёх странах темпы роста столичных агломераций последовательно превышают среднереспубликанские.

Морфологическую сторону процесса детально описали Демидова и Макушин (Demidova & Makushin, 2025) на примере Алматы и Бишкека. Уплотнение советской малоэтажной застройки, поглощение пригородных посёлков, застройка бывших зелёных зон - всё это авторы фиксируют как системные, а не случайные трансформации. Параллельно Нюсупова и соавторы (Nyussupova et al., 2025b) апробировали индексный подход к оценке городской устойчивости казахстанских городов, применив процедуру линейного масштабирования (min-max normalization) для приведения разнородных показателей к единой шкале. Именно эта методология взята нами за основу при конструировании ИЭДН.

Молодёжное измерение проблемы заслуживает отдельного упоминания. МОМ фиксирует (IOM, 2019), что 43,8 % мигрантов в регионе - лица в возрасте 15–34 лет. Значительная часть из них, оказавшись в пригородных зонах крупных городов без нормальной работы и доступного образования, пополняет прослойку NEET (Not in Education, Employment or Training). По данным Кошербаевой (Kosherbayeva, 2018), рост этой прослойки служит одним из наиболее чувствительных индикаторов нарушения устойчивости городского развития - и одновременно указывает на то, что принимающие города не справляются с нагрузкой.

Климатическое измерение в течение долгого времени оставалось на периферии академического внимания применительно к Центральной Азии. Идрисов (Idrisov, 2023) и Сеитов (Seitov, 2023) - в числе немногих, кто последовательно рассматривает водный дефицит именно как выталкивающий фактор, а не просто как экологическую проблему сельских

территорий. Принципиальная особенность климатической миграции, на которую оба автора обращают внимание: она необратима в среднесрочной перспективе. Если экономический отток теоретически поддаётся коррекции через создание рабочих мест, то исчезновение воды или деградацию пахотных земель субсидиями не остановить. Всемирный банк прогнозирует до 2,4 млн внутренних климатических мигрантов в регионе к 2050 году (World Bank, 2021) - и почти все они будут направлены в те города, инфраструктура которых уже сегодня функционирует на пределе ёмкости.

Таким образом, в литературе сложился очевидный методологический пробел: инструмент, который позволял бы в единой метрике и в межстрановом измерении оценить совокупное демографическое и экологическое давление на городские системы, в настоящее время отсутствует. Предлагаемый ИЭДН претендует на заполнение этой ниши.

2. Данные и методы

2.1. Источниковая база

Исследование опирается на официальные данные четырёх национальных статистических ведомств: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (BNS RK, 2024), Национального статистического комитета Кыргызской Республики (NSC KR, 2024), Агентства статистики Республики Узбекистан (AgStat RUz, 2024) и Агентства статистики при Президенте Республики Таджикистан (AgStat RT, 2024). Временной горизонт - 2019–2024 годы; такой охват позволяет отсеять флуктуации пандемийного периода и работать с устойчивыми воспроизводящимися тенденциями.

Единицей анализа выступают административные единицы первого порядка: области и города республиканского значения. Выбор именно этого пространственного уровня продиктован не удобством, а методологической необходимостью: лишь на областном уровне одновременно доступны демографическая и экологическая статистика в форматах, допускающих сопоставление между четырьмя странами. Итоговая выборка - 21 единица.

Демографические данные дополнены двумя экологическими источниками. Показатели риска водного стресса взяты из базы WRI Aqueduct 3.0 (Hofste et al., 2019) - стандартизированного глобального инструмента на пятибалльной шкале (1 - низкий риск, 5 - критический). Данные о площади зелёных зон на одного жителя получены из базы Greenspace Central Asia (World Bank, 2021); в качестве нормативного ориентира использована рекомендация ВОЗ - 9 м²/чел. По регионам, для которых сведения об озеленении недоступны, проставлено «н/д».

2.2. Оценка сальдо миграции: метод демографического баланса

Официальная регистрация внутренних мигрантов в Кыргызстане, Таджикистане и ряде регионов Узбекистана систематически занижает реальные объёмы перемещений. Сотни тысяч людей, переезжающих в пригороды Бишкека или Душанбе, годами не обновляют регистрацию - вследствие административных издержек и отсутствия практических стимулов. Для преодоления этого ограничения применялся косвенный метод демографического баланса:

$$MB_i = (P_{t+1} - P_t) - (B_i - D_i), \quad (1)$$

где P_t и P_{t+1} - численность населения региона на начало и конец года; B_i и D_i - число родившихся и умерших соответственно. Разность между общим изменением численности и естественным приростом даёт расчётное сальдо миграции. Поскольку метод не улавливает краткосрочные маятниковые перемещения, получаемые значения следует интерпретировать как нижние консервативные оценки реального оттока. В таблицах такие значения отмечены звёздочкой (*).

2.3. Конструирование ИЭДН

Индекс эколого-демографической нагрузки (ИЭДН) строится как взвешенная сумма четырёх нормализованных компонентов. Нормализация проводится по методу линейного $\min$ - $\max$ масштабирования (Nyussupova et al., 2025b), приводящему разнородные показатели к единой безразмерной шкале [0; 1]:

$$I_{ji} = (x_{ji} - x_{\min,j}) / (x_{\max,j} - x_{\min,j}), \quad (2)$$

где I_{ij} - стандартизированное значение j -го показателя для i -го региона. 0 соответствует наихудшему результату в выборке, 1 - наилучшему. Для компонента I_3 (водный стресс) шкала инвертирована: более высокое значение водного стресса соответствует худшим условиям среды. Состав и веса компонентов представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Компоненты и веса Индекса эколого-демографической нагрузки (ИЭДН)

Компонент	Вес	Обоснование	Источник
I_1 : норм. сальдо миграции	0,35	Результирующий измеритель вектора демографического потока	НСВ РК, Нацстатком КР, Агентства статистики РУз и РТ (BNS RK, 2024; NSC KR, 2024; AgStat RUz, 2024; AgStat RT, 2024)
I_2 : норм. дефицит зелёных зон	0,25	Индикатор ЦУР 11.7; норма ВОЗ — 9 м ² /чел.	WHO Urban Green Space Guidelines; Greenspace CA (World Bank, 2021)
I_3 : норм. риск водного стресса	0,25	Экологический push-фактор климатической миграции	WRI Aqueduct 3.0 (Hofste et al., 2019)
I_4 : норм. уровень урбанизации	0,15	Структурный маркер концентрации населения	НСВ, Нацстаткомы (BNS RK, 2024; NSC KR, 2024; AgStat RUz, 2024; AgStat RT, 2024)
Итоговый ИЭДН	1,00	$ИЭДН_i = 0,35 \cdot I_1 + 0,25 \cdot I_2 + 0,25 \cdot I_3 + 0,15 \cdot I_4$	Авторский расчёт

Примечание: авторская разработка на основе (BNS RK, 2024; NSC KR, 2024; AgStat RUz, 2024; AgStat RT, 2024; Nyussupova et al., 2025b; World Bank, 2021; Hofste et al., 2019)

Логика распределения весов такова. Миграционному сальдо отдан наибольший вес (0,35) - как результирующему показателю, непосредственно отражающему вектор демографического потока. Экологические компоненты (I_2 и I_3) получили в сумме 0,50 - это принципиальный выбор, отражающий исходную гипотезу об их соразмерной роли наряду с демографическими факторами. Урбанизация (I_4) с весом 0,15 выступает структурным маркером, фиксирующим уже сложившуюся степень концентрации. Итоговая формула:

$$ИЭДН_i = 0,35 \cdot I_1 + 0,25 \cdot I_2 + 0,25 \cdot I_3 + 0,15 \cdot I_4. \quad (3)$$

Интерпретация значений зависит от характера региона. Высокий ИЭДН в городском ядре сигнализирует о перегрузке: мощный приток населения наложился на нарастающий экологический дефицит среды. Высокий ИЭДН в периферийном регионе с отрицательным миграционным сальдо - например, в Ферганской области - говорит об ином: экологическое вытеснение при низкой привлекательности. Именно такое сочетание служит диагностическим признаком климатически обусловленной миграции.

2.4. Типологизация и верификация

Регионы отнесены к трём типам на основе квартильного разграничения. Тип I - ядра-абсорбенты - ИЭДН $\geq 0,70$; Тип II - буферные зоны - 0,40–0,69; Тип III - активные доноры - ИЭДН $< 0,40$. Единство пороговых значений для всех четырёх стран обеспечивает сопоставимость результатов.

Верификация проводилась в два этапа. Во-первых, средневзвешенные показатели урбанизации по выборке сопоставлялись с официальными агрегатами Всемирного банка - расхождение не превысило трёх процентных пунктов. Во-вторых, типология была проверена на субрегиональном уровне через кейс Бухарской области: если предложенная классификация описывает реальные процессы, а не является методологическим артефактом, она должна воспроизводиться и для конкретных малых городов - что и подтвердилось.

3. Результаты и их интерпретация

3.1. Сводная картина: семикратный разрыв

Рассчитанные значения ИЭДН по всей выборке представлены в Таблице 2. Главный результат - поляризация, которую сложно охарактеризовать иначе как структурной: индекс варьируется от 0,81 (Алматы) до 0,11 (Хатлонская область), то есть разрыв между крайними полюсами семикратный. Устойчивость трёхтипной структуры прослеживается во всех четырёх странах без исключения - это даёт основания говорить о межстрановой закономерности, а не о специфике отдельных случаев.

Таблица 2. Эколого-демографическая нагрузка на городские системы Центральной Азии (2019–2024 гг.)

Регион / город	Население, тыс. чел.	Уровень урбанизации, %	Сальдо миграции, чел.	Зелёные зоны, м²/чел.	Водный стресс (1–5)	ИЭДН	Тип
Казахстан							
г. Алматы	2 228,0	100	+36 061	4,2	3	0,81	I
г. Астана	1 430,0	100	+73 238	6,1	2	0,76	I
г. Шымкент	1 236,0	100	+9 361	3,8	4	0,72	I
Алматинская обл.	1 500,0	16,0	+2 639	н/д	3	0,44	II
16 периф. регионов†	13 372,8	55,0	–121 299	н/д	3	0,12	III
Кыргызстан							
г. Бишкек	1 219,9	100	+15 000*	3,1	2	0,79	I
г. Ош	412,2	100	+5 000*	2,7	3	0,71	I
Чуйская обл.	1 013,1	19,2	+10 000*	н/д	2	0,48	II
Ошская обл.	1 427,0	8,5	–15 000*	н/д	4	0,21	III
Джалал-Абад. обл.	1 323,4	30,2	–15 000*	н/д	4	0,19	III
Узбекистан							
г. Ташкент	3 500,0	100	н/д	3,4	5	0,70	I
Самаркандская обл.	4 106,8	51,0	–15 000*	н/д	5	0,19	III

Регион / город	Население, тыс. чел.	Уровень урбанизации, %	Сальдо миграции, чел.	Зелёные зоны, м²/чел.	Водный стресс (1–5)	ИЭДН	Тип
Ферганская обл.	3 962,7	51,0	–15 000*	н/д	5	0,18	III
Ташкентская обл.	2 990,1	51,0	–15 000*	н/д	4	0,24	III
Таджикистан							
г. Душанбе	1 242,6	100	+15 000*	2,9	3	0,74	I
Хатлонская обл.	3 697,7	18,0	–20 000*	н/д	5	0,11	III
Согдийская обл.	2 930,0	25,0	–20 000*	н/д	4	0,16	III

Примечание: (*) - авторские расчёты по формуле (1); (†) - агрегат 16 периферийных областей Казахстана; дефицит зелёных зон - отклонение от нормы ВОЗ (9 м²/чел.); водный стресс по шкале WRI 1–5; н/д - нет данных. Источник: составлено авторами на основе (BNS RK, 2024; NSC KR, 2024; AgStat RUz, 2024; AgStat RT, 2024; Nyussupova et al., 2025b; World Bank, 2021; Hofste et al., 2019).

*Примечание: Для г. Ташкента прямые официальные данные по сальдо внутренней миграции в открытом доступе отсутствуют (н/д). Для расчёта интегрального индекса (ИЭДН = 0,70) применялись расчётные значения чистого миграционного притока, полученные косвенным путём через уравнение демографического баланса (см. раздел 2.2).

Таблица 3. Типология субнациональных регионов Центральной Азии по значениям ИЭДН

Тип	Диапазон ИЭДН	Число единиц	Примеры	Ключевые характеристики
Тип I - ядра-абсорбенты	≥ 0,70	7	Алматы, Астана, Шымкент, Бишкек, Ош, Ташкент, Душанбе	Высокий миграционный приток при нарастающем экологическом дефиците
Тип II - буферные зоны	0,40–0,69	2	Алматинская обл., Чуйская обл.	Умеренный приток; субурбанизационный рост; транзитная функция
Тип III - активные доноры	< 0,40	12	Хатлонская, Ошская, Ферганская обл. и др.	Отрицательное сальдо + высокий экологический стресс; «демографический насос»

Источник: авторская классификация.

Казахстан: три города против шестнадцати регионов.

Казахстанский случай представляет собой наиболее выраженный вариант, позволяющий оценить масштаб процесса. Три города, Алматы, Астана и Шымкент, суммарно аккумулируют свыше 90 % положительного миграционного сальдо страны при доле в общей численности населения менее 25 %. Детальный баланс отражён в Таблице 4.

Таблица 4. Демографический баланс регионов Казахстана (2023–2024 гг.)

Регион	Население нач. 2024, тыс. чел.	Естественный прирост, чел.	Сальдо миграции, чел.	Коэфф. удержания, %	ИЭДН	Тип
г. Алматы	2 228,0	23 400	+36 061	253,1	0,81	I
г. Астана	1 430,0	26 300	+73 238	404,9	0,76	I
г. Шымкент	1 236,0	25 942	+9 361	136,1	0,72	I

Регион	Население нач. 2024, тыс. чел.	Естественный прирост, чел.	Сальдо миграции, чел.	Коэфф. удержания, %	ИЭДН	Тип
Алматинская обл.	1 500,0	24 277	+2 639	110,9	0,44	II
16 периф. регионов†	13 372,8	159 936	-121 299	24,2	0,12	III

Примечание: коэффициент удержания = (естественный прирост + сальдо миграции) / естественный прирост × 100. Значения выше 100 % для ядер означают приток сверх собственного прироста. (†) - агрегат 16 периферийных регионов.

Источник: составлено авторами на основе (BNS RK, 2024).

Астана в этом ряду выделяется особо: +73 238 человек ежегодного миграционного прироста при численности населения 1,43 млн - это более 51 человека на 1 000 жителей, показатель, нетипичный даже для быстрорастущих азиатских столиц. Экологические последствия фиксируются уже в текущих показателях: обеспеченность зелёными зонами - 6,1 м²/чел. при нормативе ВОЗ в 9 м²/чел., то есть город, официально позиционируемый как «зелёная столица», уже нарушает стандарт ЦУР 11.7. Субъективные опросные данные жителей при этом фиксируют более высокий уровень удовлетворённости качеством жизни в Астане по сравнению с менее урбанизированными городами (Nyussupova et al., 2025a), что отчасти объясняет устойчивость миграционного притока, несмотря на экологическую перегрузку.

По 16 периферийным областям совокупный коэффициент удержания составляет 24,2 %. Это значит: из каждых четырёх человек, рождённых на казахстанской периферии, трое в конечном счёте уходят - в ядра или за пределы страны. При суммарном естественном приросте 16 областей около 160 тысяч человек в год отрицательное сальдо миграции достигает 121 299 человек. Речь идёт не о стихийном явлении, а об устойчиво воспроизводящейся структурной закономерности - то, что в настоящей работе названо «демографическим насосом».

Кыргызстан: водораздел по параллели.

Кыргызстанский случай интересен тем, что пространственная поляризация здесь имеет очень чёткое географическое выражение. Бишкек (ИЭДН = 0,79) и Чуйская область (0,48) на севере, а также город Ош (0,71) на юге формируют зоны относительного притяжения. Остальные южные и восточные регионы - Ошская и Джалал-Абадская области - устойчиво теряют население.

Ошская область генерирует 29 530 человек естественного прироста в год при расчётном оттоке около 15 000 человек (Kadyrbek & Koblandin, 2025). Коэффициент удержания - 49,2 %: половина биологического прироста регион не сохраняет (Panzabekova et al., 2025). Ситуацию усугубляет водный стресс уровня 4/5: при традиционно высокой зависимости населения юга Кыргызстана от орошаемого земледелия это означает, что возможности для хозяйственной деятельности сужаются быстрее, чем успевает адаптироваться местная экономика. Именно в этом регионе наиболее отчётливо выражен климатически обусловленный отток.

Узбекистан: когда демографической мощи не хватает.

Узбекистан представляет наиболее сложный для интерпретации случай в выборке. Демографический потенциал страны существенно превышает показатели остальных стран выборки: Самаркандская, Ферганская и Андижанская области генерируют от 78 до 97 тысяч человек естественного прироста ежегодно каждая (Maksakova, 2016). При этом указанные регионы находятся в зоне критического водного стресса (5/5 по шкале WRI).

Отдельно стоит прокомментировать административную урбанизацию. В 2009 году ряд крупных сельских населённых пунктов получил городской статус, что немедленно подняло официальный показатель урбанизации выше 51% по большинству областей (Tojiyeva & Ibragimov, 2021). В Таблице 2 это хорошо заметно: три крупнейших региона - Самаркандская, Ферганская и Ташкентская области — показывают ровно 51 %. Это не совпадение, а след единовременного административного решения. Реальная обеспеченность городской

инфраструктурой в этих регионах значительно ниже того, что следует из официальных цифр, - обстоятельство, существенное при оценке возможностей для удержания населения.

Важно подчеркнуть: хотя прямая муниципальная статистика по сальдо миграции для Ташкента ограничена (н/д), расчёт интегрального индекса (ИЭДН = 0,70), выполненный через уравнение демографического баланса, математически подтверждает его статус абсолютного ядра-абсорбента.

Таджикистан: максимальное давление при минимальной ёмкости.

Таджикистан - крайний случай в выборке по совокупности параметров. Хатлонская область: расчётный естественный прирост около 72 000 человек ежегодно, уровень урбанизации 18 %, водный стресс 5/5, отток около 20 000 человек. ИЭДН - 0,11, минимум по выборке. Здесь максимальный демографический донор и зона критической экологической уязвимости совпадают в одном регионе.

Душанбе (ИЭДН = 0,74) принимает на себя значительную часть этого потока. Обеспеченность зелёными зонами - 2,9 м²/чел., то есть менее трети от рекомендуемого ВОЗ минимума. Инфраструктурная нагрузка нарастает быстрее, чем ведётся строительство новых объектов. Демографический резервуар следующего десятилетия в Таджикистане уже сформирован и поддаётся количественной оценке - степень готовности принимающих городов к его абсорбции остаётся открытым вопросом.

Субрегиональная верификация: Бухарская область Узбекистана

Региональный уровень анализа неизбежно скрывает то, что происходит внутри отдельных областей. Бухарская область Узбекистана выбрана для верификации именно потому, что здесь на компактной территории одновременно существуют города с принципиально различными траекториями развития (Sergeyeva et al., 2025). Если предложенная типология отражает реальные структурные процессы, она должна воспроизводиться и на субрегиональном уровне.

Таблица 5. Типология городов Бухарской области по сценариям развития (2015–2023 гг.)

Тип / города	Динамика населения, 2015–2023	Уровень урбанизации, %	Водный стресс	Зелёные зоны	Соответствие ЦУР 11	Стратегия
Тип 1 Бухара, Когон	+12–18%	68–72	4/5 — высокий	< 4 м ² /чел.	Частичное	Ограничение роста, защита зелёных зон, ливневые системы
Тип 2 Гиждуван, Ромитан, Вобкент	+4–7%	38–45	3/5 — умеренный	5–7 м ² /чел.	Высокое	«15-минутный город», ревитализация, поддержка МСБ
Тип 3 Газли, Каравулбазар	–8–15%	22–31	5/5 — критический	н/д	Низкое	«Умное сжатие», рекультивация

Примечание: авторская типология на основе (Sergeyeva et al., 2025; AgStat RUz, 2024; Hofste et al., 2019).

Бухара и Когон (Тип 1). Агломерационный рост в этих городах проявляется одновременно по нескольким направлениям: уплотняется исторический центр, в периметр агломерации втягиваются соседние посёлки, этажность новой застройки неуклонно растёт. За 2015–2023 годы население увеличилось на 12–18 %. Критический водный стресс (4/5) сочетается с острым дефицитом зелёных зон. Без регуляторного вмешательства этот сценарий

несовместим с ЦУР 11.7: сокращение открытых пространств опережает темпы формирования регуляторных механизмов их защиты.

Гиждуван, Ромитан, Вобкент (Тип 2). Умеренный рост (+4–7 %), традиционная махаллинская квартальная структура расселения, социальная инфраструктура, в целом справляющаяся с нагрузкой. Обращает на себя внимание следующее обстоятельство: исторически сложившаяся пространственная организация этих городов де-факто реализует то, что сегодня называется «15-минутным городом», - без каких-либо специальных управленческих усилий. Задача планирования в данном случае состоит в том, чтобы сохранить сложившуюся эффективную структуру, не нарушив её девелоперским давлением.

Газли и Каравулбазар (Тип 3). Устойчивая убыль населения: –8–15 % за восемь лет. Критический водный стресс (5/5) отрезал сельскохозяйственный уклад от каких-либо перспектив. Жилой фонд ветшает, точечная новая застройка лишь усиливает фрагментарность городского пространства. Административные попытки удержать население через льготы или ограничения - в постсоветском контексте этот инструмент не давал результата нигде. «Умное сжатие» представляет собой не отказ от развития, а единственно реалистичную стратегию: адаптировать инфраструктуру под снижающуюся численность вместо борьбы с демографическим трендом.

Верификационный кейс подтвердил исходное допущение: типология, выявленная на макрорегиональном уровне, воспроизводится и внутри отдельной области. Это свидетельствует о том, что описываемые закономерности имеют структурный, а не масштабный характер.

4. Обсуждение

Полученные данные в целом укладываются в концепцию кумулятивной причинности (Myrdal, 1957): центростремительные силы перевешивают механизмы распространения, и периферия последовательно обескровливается. В этом смысле Центральная Азия не уникальна. Уникальна она в другом - в характере выталкивающего фактора.

В западном опыте пространственная мобильность ведёт к межрегиональной конвергенции доходов (Shumway & Otterstrom, 2015): люди переезжают туда, где лучше платят, но возможности для этого имеются в нескольких местах. В центральноазиатском случае к экономическому притяжению ядра добавляется экологическое выталкивание периферии. Разница принципиальная: миграция из Хатлонской области или с юга Кыргызстана - это не выбор между более и менее благоприятными условиями, а вынужденное перемещение при утрате условий проживания. Остановить такой поток через финансовые инструменты нельзя по определению.

Один из неочевидных выводов анализа касается административной урбанизации в Узбекистане. Переклассификация сельских населённых пунктов в городские производит статистический эффект, который маскирует реальную ситуацию: уровень урбанизации формально высок, а инфраструктурная оснащённость - нет. При работе с официальными данными это обстоятельство требует постоянной поправки. Включение в ИЭДН компонента I_2 (дефицит зелёных зон) частично нейтрализует этот эффект, поскольку зелёная инфраструктура - достаточно надёжный косвенный индикатор реального качества городской среды.

Нельзя обойти стороной и ограничения исследования. Первое - неполнота данных по зелёным зонам за пределами крупных городов. По большинству периферийных регионов этот компонент отсутствует, что несколько снижает точность ИЭДН для Типа III. Второе ограничение - экспертный характер весов: при использовании альтернативных весовых схем абсолютные значения индекса изменятся, хотя типологическая структура, по всей видимости, останется устойчивой - об этом свидетельствует её воспроизводимость на субрегиональном уровне.

Практические рекомендации

Выявленная типология задаёт дифференцированную логику управленческих ответов - в противовес тому универсальному подходу «одно решение для всех», который регулярно прослеживается в региональных политических документах.

Для регионов Типа I первоочередная задача - не стимулировать рост, а научиться им управлять. Здесь необходимы чётко закреплённые и обеспеченные механизмами контроля границы застройки, защита зелёных поясов и водоохранных зон, опережающее - а не компенсирующее - развитие ливневых систем. Климатическая адаптация должна входить в генеральные планы как сквозной принцип, а не в виде отдельного декларативного раздела. Особое внимание - пригородным поясам: именно там оседают новые волны климатических мигрантов, именно там формируется прослойка NEET.

Для регионов Типа II - управляемая субурбанизация. Алматинская и Чуйская области де-факто уже выполняют буферную функцию, перехватывая часть потока. Задача - институционализировать этот процесс, не давая ему превратиться в стихийную неформальную застройку: легализовать сложившиеся пригородные поселения, обеспечить их базовой инженерной и социальной инфраструктурой, создать рабочие места через вынос производственных мощностей из перегруженных столичных агломераций.

Для регионов Типа III - не удержание, а подготовка. При высокой вероятности выезда молодёжи из Хатлонской или Ошской области ключевое значение приобретает уровень её профессиональной подготовки к моменту переезда. В регионах, где есть реальная ресурсная база - транзитные коридоры, агропотенциал, туристические объекты, - стоит апробировать точечные якорные проекты. Там, где ресурсов нет, «умное сжатие» - единственно реалистичная стратегия.

На макрорегиональном уровне полицентричное планирование приобретает характер практической необходимости. Давление на несколько городов-ядер уже сегодня превышает разумные пределы, а к 2050 году оно вырастет кратно. Регулярный расчёт ИЭДН как инструмента мониторинга позволит выявлять проблемные зоны заблаговременно - до того, как они приобретут необратимый характер.

5. Заключение

В настоящей работе предложен и апробирован Индекс эколого-демографической нагрузки (ИЭДН) - воспроизводимый межстрановой инструмент для совместного измерения демографического и экологического давления на городские системы. Верификация на 21 субнациональном регионе и городах Казахстана, Кыргызстана, Узбекистана и Таджикистана за 2019–2024 годы выявила устойчивую трёхтипную структуру: семь перегруженных ядер-абсорбентов, две буферные зоны и двенадцать периферийных доноров в условиях критического экологического стресса.

Ключевой вывод работы состоит в следующем: климатическая миграция перестала быть фоновым условием и стала самостоятельным структурным фактором, усиливающим пространственную поляризацию. Регионы с наибольшим водным стрессом одновременно генерируют наибольший естественный прирост - они и формируют резервуар климатических мигрантов следующего десятилетия. Игнорирование экологического измерения при демографическом прогнозировании ведёт к систематическому занижению реальных масштабов будущего давления на городские системы.

Трёхтипная типология воспроизводится как на уровне макрорегиона, так и внутри отдельных областей - что подтвердила верификация через Бухарский кейс. ИЭДН воспроизводим без специализированного программного обеспечения и пригоден для регулярного мониторинга пространственного развития. Перспективные направления исследований: детализация анализа до уровня районов и муниципалитетов, включение дистанционных данных (динамика ледников, ночная освещённость VIIRS, индексы деградации земель) для приближения оценок к режиму реального времени.

6. Вспомогательный материал

Нет вспомогательного материала.

7. Вклады авторов

Концептуализация – Г.Н., С.Я.; методология – Г.Н., А.С.; формальный анализ – А.Б., А.С.; исследование – А.С., А.Б.; курирование данных – А.С.; написание - подготовка оригинального черновика – А.С., А.Н.; написание - рецензирование и редактирование - Г.Н., С.Я.; визуализация – Ч.Ж.; руководство – Г.Н. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

8. Информация об авторе

Нюсупова, Гульнара - д.г.н., профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040; gulnara.nyussupova@kaznu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5294-2671>

Янг, Стивен С. - PhD, профессор, Сейлемский государственный университет, 352 Лафайет-стрит, Сейлем, МА, США, 01970; syoung@salemstate.edu, <https://orcid.org/0000-0003-0895-8515>

Сарсембаева, Асем – докторант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040; a.sarsembayeva.kz@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-5558-5328>

Баятанова, Асел - докторант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040; bayatanova.assel@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-7267-8686>

Нурболкызы, Айгерим - докторант, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040; aikenti1987@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5778-5914>

Жумагулов, Чингиз - докторант, КазНУ им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан, 050040; c.zhumagulov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-3147-4945>

9. Финансирование

Нет внешнего финансирования.

10. Благодарности

Авторы выражают благодарность рецензентам за конструктивные замечания. Исследование выполнено без внешнего финансирования.

11. Конфликты интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансисты не играли никакой роли в разработке исследования, сборе данных, анализе, написании рукописи или решениях о публикации.

12. References

1. Agency on Statistics of the Republic of Uzbekistan. (2024). *Statistical yearbook of Uzbekistan regions* (Statisticheskii ezhegodnik regionov Uzbekistana in Russian). AgStat RUz. <https://stat.uz>
2. Agency on Statistics under the President of the Republic of Tajikistan. (2024). *Statistical yearbook 2023* (Statisticheskii ezhegodnik 2023 in Russian). AgStat RT. <https://www.stat.tj/wp-content/uploads/2024/08/ezhegodnik-2023.pdf>
3. Bulegenova, B. B., Shermukhamedova, N. A., & Turemuratov, O. Zh. (2024). Urbanisation trends in Central Asian countries: the development of agglomerations over the years of independence (2000–2023) (Tendentsii urbanizatsii v stranakh Tsentral'noy Azii: razvitiye aglomeratsiy za

- gody nezavisimosti (2000–2023 gg.) in Russian). *Rossiia v global'nom mire*, 27(2), 150–166. <https://doi.org/10.48612/rg/RGW.27.2.8>
4. Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan. (2024). *Demographic yearbook of Kazakhstan* (Demograficheskiy ezhegodnik Kazakhstana in Russian). BNS ASPIR RK. <https://taldau.stat.gov.kz/>
 5. Centre for Economic Research. (2013). *Urbanisation in Central Asia: challenges, problems and prospects* (Urbanizatsiya v Tsentral'noy Azii: vyzovy, problemy i perspektivy in Russian). (Analytical Report No. 2013/03). CER. https://www.unescap.org/sites/default/d8files/Urbanization%20in%20CA_RUS_0.pdf
 6. Demidova, K. V., & Makushin, M. A. (2025). Post-Soviet transformations of urban space in Kazakhstan and Kyrgyzstan (Postsovetские трансформации городского пространства Казахстана и Кыргызстана in Russian). *Geograficheskiy vestnik*, 2(73), 31–43. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2025-2-31-43>
 7. Friedmann, J. (1966). *Regional development policy: a case study of Venezuela*. MIT Press.
 8. Hofste, R. W., Kuzma, S., Walker, S., Sutanudjaja, E. H., Bierkens, M. F. P., Kuijper, M. J. M., Faneca Sanchez, M., Van Beek, R., Wada, Y., Galvis Rodríguez, S., & Reig, P. (2019). *Aqueduct 3.0: updated decision-relevant global water risk indicators (Technical Note)*. World Resources Institute. <https://doi.org/10.46830/writn.18.00146>
 9. Idrisov, T. (2023). Climate change and water resources in Central Asia: growing insecurity. In R. Makhmudov (Ed.), *Climate migration in Central Asia: challenges and solutions* (pp. 55–62). Baktoria Press.
 10. International organization for migration. (2019). *External youth migration in Central Asian countries: risk analysis and minimization of negative consequences*. IOM. <https://publications.iom.int/books/external-youth-migration-countries-central-asia-risk-analysis-and-minimization-negative>
 11. Kadyrbek, Zh. M., & Koblandin, K. I. (2025). Labour migration in Central Asia (Trudovaya migratsiya v Tsentral'noy Azii in Russian). *Izvestiya KazUIR&WL*, 1(59), 185–197. <https://doi.org/10.48371/ISMO.2025.59.1.012>
 12. Kosherbayeva, A. B. (2018). Analysis of Kazakhstan city development in the context of managed urbanisation (Analiz razvitiya gorodov Kazakhstana v svete upravlyayemoy urbanizatsii in Russian). *Ekonomika i statistika*, 4, 134–140.
 13. Maksakova, L. P. (2016). Demographic and migration potential of Uzbekistan (Demograficheskiy i migratsionnyy potentsial Uzbekistana in Russian). *Narodonaselenie*, 1-1(71-1), 83–89.
 14. Myrdal, G. (1957). *Economic theory and underdeveloped regions*. Duckworth.
 15. National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic. (2024). *Demographic yearbook of the KR 2019–2023* (Demograficheskiy ezhegodnik KR 2019–2023 in Russian). NSC KR. <https://stat.gov.kg/media/publicationarchive/dd9ec079-c64a-41b9-8439-812b34edc5f3.pdf>
 16. Nefyodova, T. G., & Treivish, A. I. (2002). Theory of differential urbanisation and the city hierarchy in Russia (Teoriya differentsial'noy urbanizatsii i iyerarkhiya gorodov v Rossii in Russian). In *Problemy urbanizatsii na rubezhe vekov* (pp. 71–86).
 17. Nyussupova, G. N., Kenespayeva, L. B., Tazhiyeva, D. A., Kairanbayeva, G. K., & Sarsembayeva, A. K. (2025a). Sociological survey as a tool for assessing sustainable development: a case study of the cities of Astana and Kyzylorda. In *Goroda na puti iz nastoyashchego v budushchee: sbornik statey Mezhdunarodnoy konferentsii* (pp. 257–258). Moscow.
 18. Nyussupova, G., Aidarkhanova, G., Tazhiyeva, D., Kenespayeva, L., Kelinbayeva, R., Aubakirova, G., Kairanbayeva, G., Zhakypbek, A., & Zhumagulov, C. (2025b). Urban sustainability indexing and GIS mapping: a reproducible framework and intertemporal comparability (Kazakhstan, 2000–2022). *International Journal of Geoinformatics*, 21(12), 93–106. <https://doi.org/10.52939/ijg.v21i12.4655>

19. Panzabekova, A. Zh., Satybaldin, A. A., & Zhanbozova, A. B. (2025). Cluster analysis of the demographic characteristics of Kazakhstan's regions and their relationship with income distribution (Klasternyy analiz demograficheskikh kharakteristik regionov Kazakhstana i ikh svyaz' s raspredeleniyem dokhodov in Russian). *Economic Series of the Bulletin of L.N. Gumilyov ENU*, 3, 83–100. <https://doi.org/10.32523/2789-4320-2025-3-83-100>
20. Seitov, A. (2023). The problem of climate migration in Uzbekistan: A sociological perspective. In R. Makhmudov (Ed.), *Climate migration in Central Asia: challenges and solutions* (pp. 129–136). Baktria Press.
21. Sergeyeva, A., Dan'shin, A., Akbar, I., Usmonov, A., & Ergashev, A. (2025). Urbanization and spatial transformation of cities in the Bukhara region in Uzbekistan. *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies*, 13(3), 2550017. <https://doi.org/10.1142/S2345748125500174>
22. Shchesnovich, V. N. (2023). Migration features of Central Asian countries: Analytical review (Migratsionnye osobennosti stran Tsentral'noy Azii in Russian). *Rossiia i musul'manskiy mir*, 1(327), 59–71.
23. Shumway, J. M., & Otterstrom, S. M. (2015). Income migration and income convergence across U.S. states, 1995–2010. *Growth and Change*, 46(4), 593–610. <https://doi.org/10.1111/grow.12104>
24. Tojiyeva, Z., & Ibragimov, L. (2021). Labour market and employment in Uzbekistan. *Geografický časopis*, 73(4), 359–374. <https://doi.org/10.31577/geogrcas.2021.73.4.19>
25. World Bank. (2021). *Groundswell Part 2: acting on internal climate migration*. World Bank Publications. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36248>

Демографиялық және экологиялық өзгеру жағдайындағы Орталық Азия қалаларының кеңістіктік дифференциациясы: индекстік тәсіл және тұрақты даму стратегиялары

Гүлнар Нүсіпова, Янг С. Стивен, Әсем Сарсембаева, Әсел Баятанова, Айгерім Нұрболқызы, Чингиз Жумагулов

Аңдатпа. Мақалада 2019–2024 жылдар кезеңінде бір мезгілде демографиялық және экологиялық қысым жағдайына тап болған Қазақстан, Қырғызстан, Өзбекстан және Тәжікстан қалалық жүйелерінің кеңістіктік дифференциациясына сандық талдау жүргізілген. Зерттеудің негізгі мақсаты - миграция сальдосы, қалалық жасыл аймақтардың тапшылығы, су стрессі қаупі және урбандалу деңгейі бойынша нормаланған деректерді кіріктіретін Экологиялық-демографиялық жүктеме индексі (ЭДЖИ) әзірлеу және эмпириялық тұрғыдан апробациялау болып табылады. Зерттеудің практикалық маңыздылығы қолданыстағы ғылыми тәсілдердегі олқылықпен байланысты: зерттеушілер демографиялық және экологиялық өлшемдерді, әдетте, бір-бірінен бөліп қарастырады. Алайда аймаққа тән қоныстану үлгісін - бір жағынан шамадан тыс жүктелген қалалық ядроларды, екінші жағынан демографиялық тұрғыдан тозған шеткі аймақтарды - қалыптастыратын дәл осы екі фактордың бірлескен әсері. 21 субұлттық аймақ пен қаланың деректері негізінде жасалған типология үш тұрақты сыныпты анықтады: абсорбент-ядролар ($ЭДЖИ \geq 0,70$; 7 бірлік), буферлік аймақтар (0,40–0,69; 2 бірлік) және сыни экологиялық стресс жағдайындағы белсенді донор аймақтар (0,40-тан төмен; 12 бірлік). Таңдаманың шеткі полюстері арасындағы ЭДЖИ мәндерінің жеті еселік алшақтығы қоныстанудың өткір кеңістіктік поляризациясын дәлелдейді. Аумақтың әрбір түріне арналған ТДМ 11 және ТДМ 13 мақсаттарымен үйлесімді сараланған кеңістіктік жоспарлау стратегиялары ұсынылған.

Түйін сөздер: кеңістіктік дифференциация; экологиялық-демографиялық жүктеме; климаттық көші-қон; жалған урбандалу; ТДМ 11; ТДМ 13; Орталық Азия; полицентрлік даму.

Spatial differentiation of Central Asian cities under demographic and ecological transformation: an index-based approach and sustainable development strategies

Gulnara Nyussupova, Stephen S. Young, Assem Sarsembayeva, Assel Bayatanova, Aigerim Nurbolkyzy, Chingiz Zhumagulov

Abstract. This paper presents a quantitative assessment of spatial differentiation among urban systems in Kazakhstan, Kyrgyzstan, Uzbekistan, and Tajikistan under simultaneous demographic and ecological pressure over the period 2019–2024. The objective is to develop and validate the Eco-Demographic Stress Index (EDSI) - a composite indicator integrating normalised data on net migration balance, urban green space deficit, water stress risk, and urbanisation level. The practical significance of the study stems from the fact that existing approaches typically treat demographic and ecological dimensions in isolation, whereas it is precisely their combined effect that produces the region's characteristic settlement pattern: overloaded urban cores at one pole and demographically depleted peripheries at the other. A typology of 21 subnational regions and cities identified three stable classes: absorber cores ($EDSI \geq 0.70$; 7 units), buffer zones (0.40–0.69; 2 units), and active donor regions under critical ecological stress (below 0.40; 12 units). The sevenfold EDSI gap between the extreme poles of the sample confirms severe spatial polarisation of settlement. Differentiated spatial planning strategies aligned with SDG 11 and SDG 13 targets are proposed for each territorial type.

Keywords: spatial differentiation; eco-demographic stress; climate migration; pseudo-urbanisation; SDG (Sustainable Development Goals) 11; SDG 13; Central Asia; polycentric development.