

## ВНУТРИГОРОДСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ: НОВЫЕ И СТАРЫЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ

УДК 911.375:504(574)

### СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОКРАИННЫХ РАЙОНОВ ГОРОДОВ-МИЛЛИОННИКОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

© 2026 г. Т. Б. Акынжанов<sup>1,\*</sup>, В. Р. Битюкова<sup>2,\*\*</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Казахстанский филиал, Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет,  
Москва, Россия

\*e-mail: akynzhanovtb@my.msu.ru

\*\*e-mail: v.r.bityukova@geogr.msu.ru

Поступила в редакцию 15.08.2025 г.

После доработки 08.09.2025 г.

Принята к публикации 28.10.2025 г.

В статье предложена методика выделения и оценки окраинных районов городов-миллионников Казахстана. Окраины формируются в результате хаотичной экспансии городского центра и сохранения унаследованных объектов, как естественных, способствующих улучшению экологической ситуации, так и антропогенно-преобразованных с разной степенью экологической напряженности. На первом этапе выполнена делимитация городской окраины, определяемой как полоса между административной границей города (с учетом фактической застройки) и внутренней границей, выделенной по индексу разнообразия землепользования (энтропии Шеннона). На втором этапе проведена сопряженная типология интегральных индексов плотности социальной инфраструктуры и экологической ситуации, которая выявила асимметричное развитие окраин и центральных районов городов-миллионников Казахстана, когда развитие территорий с низким уровнем одного показателя компенсируется высоким уровнем другого. Более 70% территории окраин (на которых проживает 50% населения) характеризуется благоприятными экологическими условиями и недостаточно развитой социальной инфраструктурой. В центральных частях распространены типы высокого уровня развития социальной инфраструктуры. Их окружают раздробленные районы, где экологическая напряженность определяется влиянием промышленности и транспорта, а социальная инфраструктура недостаточно развита. Промышленное воздействие снижается повсеместно, но дезинтеграция промышленных зон активно идет в Алматы, в Астане данный процесс только начинается, в Шымкенте пока еще не начат. Поляризация интегрального индекса плотности социальной инфраструктуры характерна для окраин Алматы и Астаны, в Шымкенте его значения однородны и минимально отличаются от городского центра. Наибольшее разнообразие характерно для территорий нового и быстрого освоения в Астане, наименьшее — при интеграции старых пригородов в городскую черту в Шымкенте. Улучшение интегрального индекса экологической ситуации от центра к периферии и значительное разнообразие в уровне экологического благополучия от очень низкого до очень высокого — универсальные свойства городских окраин.

*Ключевые слова:* городская окраина, территориальная дифференциация, социальная инфраструктура, экологическая ситуация, интегральный индекс, типология

DOI: 10.7868/S2658697526010126

#### ВВЕДЕНИЕ

Окраинные районы — относительно малоисследованный тип городских территорий, положение которых между городским центром

и пригородной зоной обуславливает их основные особенности. Они формируются в результате нередко хаотичной экспансии городского центра (строительство крупных микрорайонов, очистных сооружений, полигонов коммуналь-

ных отходов) и одновременно сохраняют унаследованные объекты, как естественные, способствующие улучшению экологической ситуации (леса, реки, элементы ООПТ), так и территории, трансформированные в процессе антропогенной деятельности, с разной степенью экологической нагруженности (сельскохозяйственные земли, дачные поселки, села, промышленные зоны, инфраструктурные объекты). Освоение новых территорий под застройку нередко происходит за счет рекреационных земель и сельхозугодий, что ведет к их утрате. На окраинах возникают экологические конфликты землепользования между промышленной и жилой застройкой, за водные и лесные ресурсы, связанные с загрязнением воздуха, воды и почв (Feng, 2004; Martin, 1975).

Одновременно на окраинах проявляются проблемы, которые менее заметны в центре города — транспортная доступность, обеспечение медицинскими услугами, учреждениями образования и др. На окраинах наблюдается менее интенсивное использование земель: здесь много индивидуальной жилой застройки, разреженной и слабо обеспеченной коммунальной инфраструктурой (например, канализацией), что увеличивает расходы города на обслуживание этих районов.

Расширение площади городов как в результате присоединения районов усадебной застройки, так и строительства многоэтажных жилых комплексов приводит к авто-зависимости. Низкая плотность населения затрудняет организацию общественного транспорта, вынуждая жителей пользоваться личными автомобилями, что усугубляет экологические и транспортные проблемы города. С увеличением расстояния до центра растет число автомобилей, а устаревшая транспортная сеть обуславливает заторы на дорогах. Строительство широких магистралей, связывающих окраины с центром, используется как решение, но оно сталкивается с эффектом спровоцированного спроса — ростом трафика — и загрязнения воздуха.

Как следствие, основная черта окраинных районов — мозаичность землепользования. Это разнообразие порождает контрастность экологической опасности отдельных объектов. Одновременно с этим, окраинные районы имеют меньшую социальную обеспеченность, поэтому для них транспортная доступность — это пока существенный фактор качества жизни. Для отдельных участков окраинных районов характерны не просто разные, а нередко противоположно направленные векторы развития. Для изменения экологической ситуации разброс сценариев может быть от быстрой трансформации и уничто-

жения до консервации экологически значимых территорий, а для обеспеченности социальной инфраструктурой — в диапазоне от улучшения социальных условий жизни населения путем создания все более урбанизированной среды до сохранения депрессивных районов.

Города-миллионники Республики Казахстан (Астана, Алматы, Шымкент) выбраны в качестве объектов исследования ввиду их масштаба и быстрого роста окраинных территорий. Алматы, Астана и Шымкент превратились в ключевые центры роста страны, сосредоточив более четверти населения Казахстана (Абилов и др., 2017; Афонцев, Зубаревич, 2012; Кириллов, Махрова, 2013). Быстрый рост этих городов привел к интенсивному наступлению урбанизированной территории на окружающие земли. В условиях крупных площадей, отведенных городам, и значительного удаления исторических центров от административных границ это обусловило обширные размеры окраинных зон, их высокое внутреннее разнообразие и быструю трансформацию ландшафта. Важной особенностью окраин является относительно меньшая плотность застройки и населения по сравнению с центром (например, плотность населения на окраинах составляет 495–685 чел./км<sup>2</sup> в Астане и Алматы против ~8000 чел./км<sup>2</sup> в центре).

Астана — новая столица, площадь которой увеличилась примерно в 8 раз, а население — в 4 раза за период 1996–2024 гг. Город активно растет за счет строительства новых многоэтажных жилых комплексов на свободных территориях, поскольку, в отличие от Алматы и Шымкента, расширению Астаны не мешают прилегающие населенные пункты. Астана относится к числу стремительно растущих агломераций Республики Казахстан.

Алматы, несмотря на перенос столицы, продолжает расти за счет притока населения из пригородной зоны агломерации и из сельской местности. Город поглощает прилегающие дачные массивы, преобразуя их под жилье, и уплотняется высотной застройкой на свободных участках внутри городской черты. Для окраин Алматы характерна недостаточная база рабочих мест, слабая социальная инфраструктура и более низкие доходы населения по сравнению с центром (Махрова и др., 2023).

Шымкент — город с высоким естественным приростом населения, чей рост ускорился после получения статуса города республиканского значения. Его зона влияния охватывает главным образом крупные села, некоторые из которых недавно получили статус города. В целом, окраины Шымкента менее урбанизированы и не в полной мере обеспечены современными

удобствами, но по площади они сопоставимы с окраинами Астаны и Алматы вместе взятыми.

Городские территории поглощают новые земли, интегрируя их в свою структуру, поэтому окраины находятся в состоянии постоянных изменений и роста, сопровождающегося множеством социальных и экологических проблем. Таким образом, изучение городской окраины важно для понимания закономерностей урбанизации и управления городским ростом, позволяя лучше понять устройство этих районов, выявить наиболее важные движущие факторы и существующие проблемы. Результаты подобных исследований необходимы для разработки эффективных стратегий развития городов с учетом специфики каждого района, всех рисков и ограничений, что позволит улучшить качество жизни населения.

Цель данного исследования — оценка факторов дифференциации и тенденций развития окраинных районов городов-миллионников Республики Казахстан на основе комплексной социально-экологической типологии, учитывающей уровень социальной обеспеченности, экологическую напряженность и трансформацию землепользования.

## ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

В научной литературе понятие “городская окраина” начало формироваться в 1940–50-е годы и до сих пор не имеет однозначного толкования. Эволюция подходов к их исследованию проходила в направлении от проблем городских контрастов, заброшенности окраинных районов, их отсталости, маргинальности, к их экологической значимости и созданию комфортной городской среды в районах с меньшей плотностью застройки.

Одним из первых определений дал Дж. Вервейн (Wehrwein, 1942), охарактеризовав окраину как переходную зону между сложившейся городской застройкой и сельскохозяйственными землями. В 1968 г. Дж. Прайор уточнил: “городская окраина” — это переходная зона в землепользовании, социальных и демографических характеристиках между сплошной застройкой центрального города и сельской местностью, для которой почти полностью отсутствует несельскохозяйственное жилье, занятость и использование земли (Pryor, 1968). Прайор перечислил множество параметров для идентификации такой зоны — социально-экономические (возрастная структура, доходы, образование и др.), показатели доступности (инженерные сети, транспорт, услуги) и особенности землепользования (размер и интенсивность хозяйств, стоимость земли и жилья и т.д.). Канадский иссле-

дователь Л. Руссвурм (Russwurm, 1973) обобщил эти параметры и показал их положение между типичными значениями для города и деревни.

Современный подход предлагает функционально-морфологическое определение окраины: так, по Р. Грегори с соавторами (Gregory et al., 2011), городская окраина — это территории вокруг городского ядра, функционально или морфологически связанные с ним и обладающие формирующейся городской структурой поселений. Окраина уже не зависит исключительно от сельского хозяйства, осваивая в основном городские, промышленные, транспортные и коммерческие функции. Ключевая черта городской окраины — ее переходность: плавный градиент характеристик от города к сельской местности. Эта переходность обуславливает и особые проблемы окраин, выделяемые исследователями: как показал Л. Руссвурм, на окраинах присутствуют одновременно и городские, и сельские черты, что рождает специфические конфликтные ситуации и требует особых подходов к управлению развитием (Russwurm, 1973).

В рамках данного исследования предложен метод выделения городской окраины, опирающийся на административный подход и концепцию “краевого эффекта”, заимствованную из ландшафтной экологии, когда граница проводится по изменению структуры природного комплекса.

## ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Методика исследования включает 5 основных этапов: (1) делимитация городских окраин; (2) выделение первичной ячейки для оценки; (3) интегральная оценка развития социальной инфраструктуры; (4) оценка экологической напряженности; (5) выделение комплексных типов территорий. Исследование базируется на открытых геоданных и статистике. В качестве исходных данных использованы: картографические данные OpenStreetMap (OSM), данные о населении и застройке Global Human Settlements (GHS), информация геосервисов (2ГИС, Wikimapia, Google Earth) и данные сотового оператора “Актив” по покрытию интернет-связью.

*Этап 1. Делимитация городской окраины*, включающая определение внешней и внутренней границы городских окраин. Внешняя граница устанавливалась на основе административной черты города с учетом “границы реального города”, которая определялась объединением границы, полученной по ночным снимкам освещенности VIIRS (Elvidge et al., 2021; Yang et al., 2017), и границы, полученной по дешифрованным снимкам застроенной площади (Pesaresi

et al., 2024). Загрузка данных проводилась при помощи Google Earth Engine (Zhao et al., 2021).

Внутренняя граница, то есть отделение окраины от городского центра, определялась, исходя из гипотезы данного исследования — большей степени разнообразия землепользования по сравнению с центром города. Поэтому в основу проведения границы был положен индекс Шеннона (Ludwig et al., 1988), который определяет разнообразие типов земного покрова на основе двух компонентов: количества различных типов земного покрова и пропорционального распределения площади между типами земного покрова (равномерность) по формуле:

$$SHDI = -\sum_{i=1}^n P_i \cdot \ln P_i, \quad (1)$$

где  $P_i$  — это доля площади землепользования класса  $i$  от общей площади территории,  $n$  — количество видов землепользования.

По значению индекса со скользящим окном 960 м (Huang et al., 2012) выделены зоны с низким разнообразием землепользования (зеленый цвет), соответствующие плотно застроенным центральным районам, и зоны с высоким разнообразием, соответствующие городской окраине (от желтого цвета до красного) (рис. 1). В соответствии с данным критерием на окраине могут быть выделены и отдельные фрагменты (субцентры на городской окраине; зеленый цвет на периферии), которые застроены примерно так же, как центр, но это не меняет ситуацию в целом большего разнообразия как сложного сочетания ячеек.

*Этап 2. Выделение первичной ячейки для оценки.* После определения границ окраины города, территория была разбита на равные шестиугольники с использованием функции Generate

Tessellation в программе ArcGIS 10.8. Оптимальным размером ячейки было принято решение выбрать 1 км<sup>2</sup>, так как индекс Шеннона рассчитывался в ячейках со скользящим окном 960 м, то есть площадь этой ячейки равна 921 600 м<sup>2</sup>, что примерно равно 1 км<sup>2</sup>, соответствующая зоне 15-минутной пешеходной доступности (Акынжанов, 2023).

Далее результирующее изображение разделено на три области (рис. 2): (1) низкий индекс Шеннона в центре — городской центр; (2) высокий индекс Шеннона на окраине — городская окраина; (3) низкий индекс Шеннона на окраине — субцентры.

*Этап 3. Расчет интегрального индекса плотности социальной инфраструктуры (ИИПСИ)* проводился на основе 6 нормированных показателей: процент покрытия территории ячейки сетью 4G, количество школ, объектов здравоохранения, объектов досуга, количество автобусных остановок и протяженность магистральных дорог, как индикаторы транспортной доступности.

*Этап 4. Расчет интегрального индекса экологической ситуации (ИИЭС)* включает два блока показателей (Битюкова, 2019; Битюкова, Сафронов, 2014): *уровень антропогенной нагрузки* (размещение промышленных зон, крупных трасс, индивидуальных жилых строений, отапливаемых углем, и численность населения, как косвенный индикатор рекреационной нагрузки) и *экологический потенциал территории* (протяженность рек и водоемов, наличие рекреационных территорий, показатели экосистемных услуг). Масштаб экосистемных услуг оценивался как сумма произведений площадей разных типов зеленой инфраструктуры на соответствующий балл: горы — 27, парк — 23, зеленый пояс — 21, водно-болотные

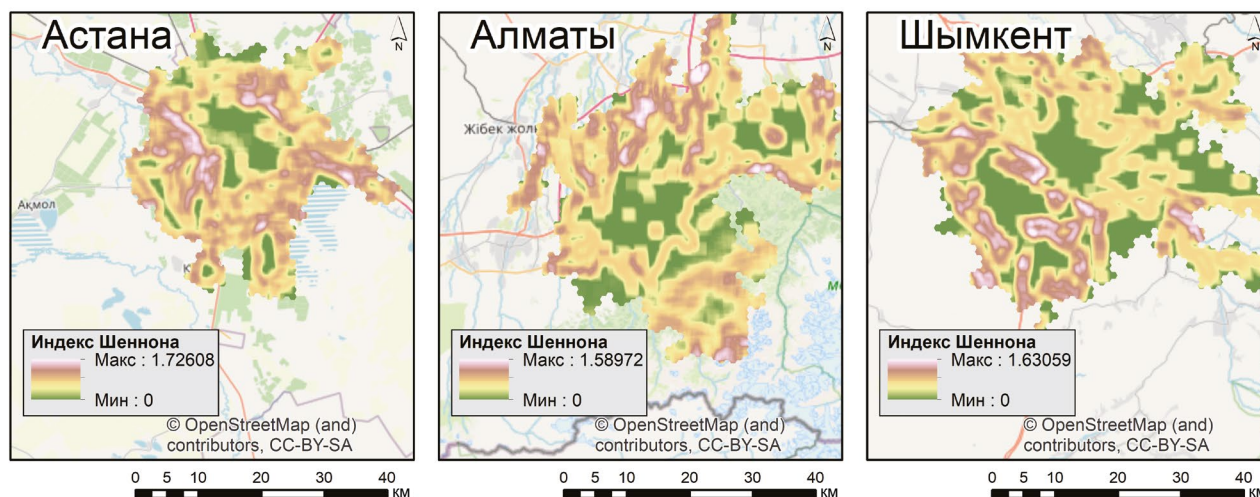


Рис. 1. Значения индекса Шеннона с размером скользящего окна 960 м на территории исследуемых городов за 2022 г. Источник: (Акынжанов, 2023).

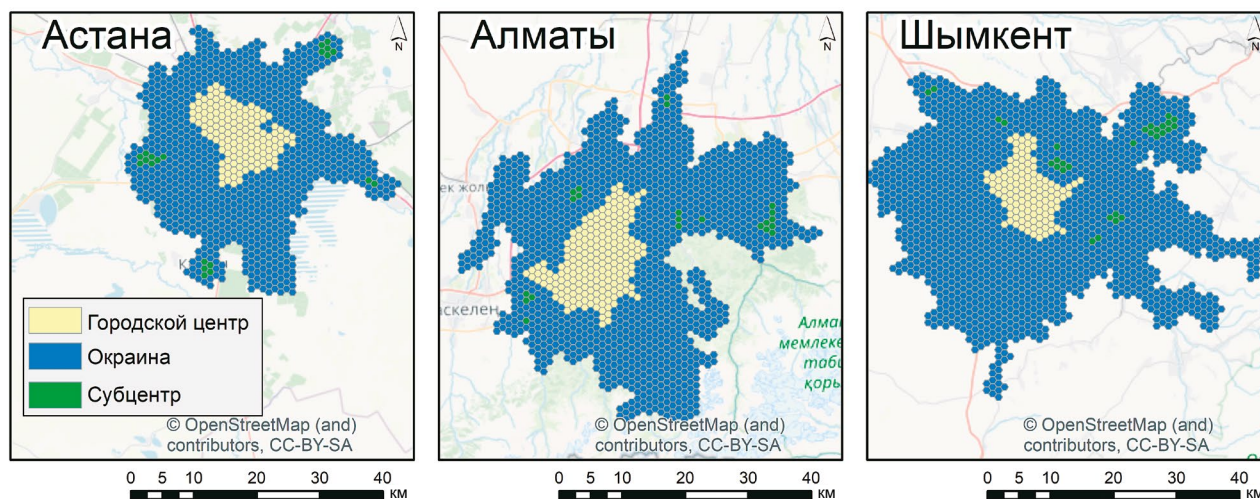


Рис. 2. Классификация ячеек городов Астана, Алматы, Шымкент по индексу Шеннона, 2022 г.

угодья/водоемы — 20, объекты с озеленением по периметру — 17, сельскохозяйственные угодья, кустарники, луг — 15, кладбища — 10, искусственные поверхности — 0 баллов (Gallet, 2011).

*Этап 5.* На основе рассчитанных интегральных показателей ИИПСИ и ИИЭС проведена классификация всех ячеек городской территории. Кластеризация методом *k*-средних позволила разделить все ячейки на 4 кластера по сочетанию уровней социального и экологического благополучия. Однако данная автоматизированная классификация показала, что один из важных факторов — наличие промышленных зон — остается неявным, “размытым” по кластерам, поэтому была разработана экспертная социально-экологическая типология окраинных территорий.

Всего было выделено четыре типа, которые соответствуют сочетаниям уровней интегрального экологического и социального индексов (рис. 3). Наиболее проблемный тип — сочетание *низкого уровня обеспеченности социальной инфраструктурой с низким качеством экологической ситуации*. Эти территории часто включают промышленные зоны или очистные сооружения, что делает их непригодными для жизни. Для районов, где активно развиваются многофункциональные комплексы, что делает их привлекательными для бизнеса и нового жилья, характерен тип *с развитой социальной инфраструктурой и низким качеством экологической ситуации*. Районы *с хорошими экологическими условиями, но с недостаточно развитой социальной инфраструктурой* — это основные территории перспективные для освоения. Они формируют основной каркас городской окраины. *Районы с необходимой социальной инфраструктурой и качественной окружающей средой* предоставляют жителям доступ к необходимым учреждениям и качественной окружающей среде (рис. 4).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

*Интегральный индекс плотности социальной инфраструктуры* показал существенную территориальную дифференциацию обеспеченности социальной инфраструктурой на окраинах (рис. 5). Для всех трех городов характерен высокий уровень обеспеченности социальной инфраструктурой в центре и пониженный на городской окраине. На окраине большинство ячеек относится к “очень низкому” уровню обеспеченности социальной инфраструктурой, в то время как основная часть населения сосредоточена в районах со “средним” уровнем обеспеченности социальной инфраструктурой.

В Астане и Алматы заметна поляризация: помимо обширных слабо обеспеченных окраинных районов имеются свои субцентры — районы на окраинах с высокой концентрацией объектов инфраструктуры. В Астане выражены два таких субцентра (район Хан-Шатыра и район Экспо — вновь созданные на перспективу после переноса центра на левый берег р. Ишим), в Алматы — несколько субцентров на пересечении крупных магистралей. В Шымкенте же окраины относительно однородны и повсеместно мало обеспечены, отмечается лишь один небольшой субцентр (проект уплотненной застройки). Кроме того здесь наблюдается наименьший разрыв между городским центром и окраиной с точки зрения развитости социальной инфраструктуры, что обусловлено социальной отсталостью городского центра Шымкента по сравнению со столицами. Одновременно на окраинах Алматы и Астаны присутствуют локальные “островки” высокого уровня благоустройства, тогда как окраина Шымкента характеризуется ровным низким уровнем развития социальной инфраструктуры.

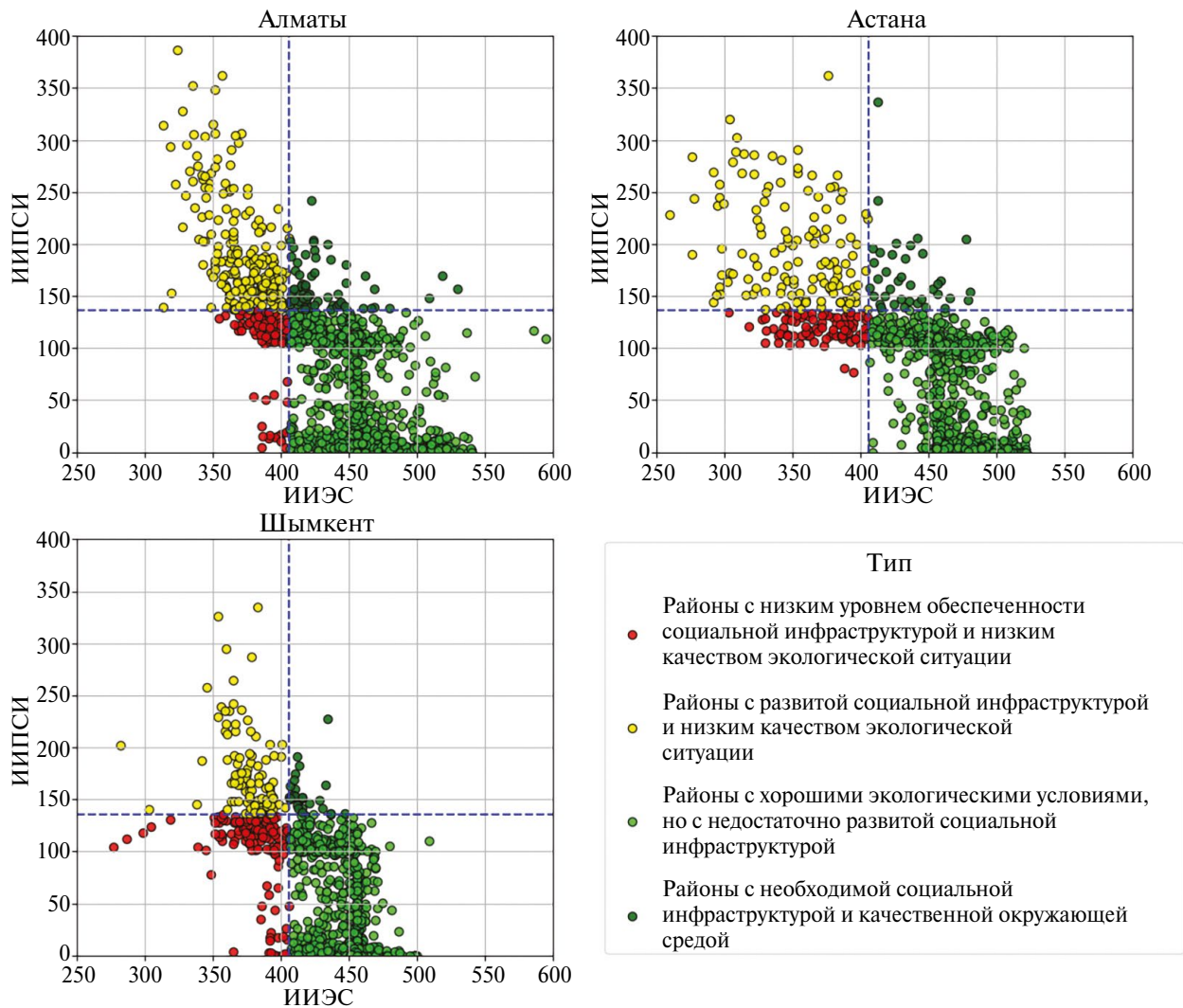


Рис. 3. Классификация ячеек городов Астана, Алматы, Шымкент по значениям интегрального индекса плотности социальной инфраструктуры и интегрального индекса экологической ситуации.

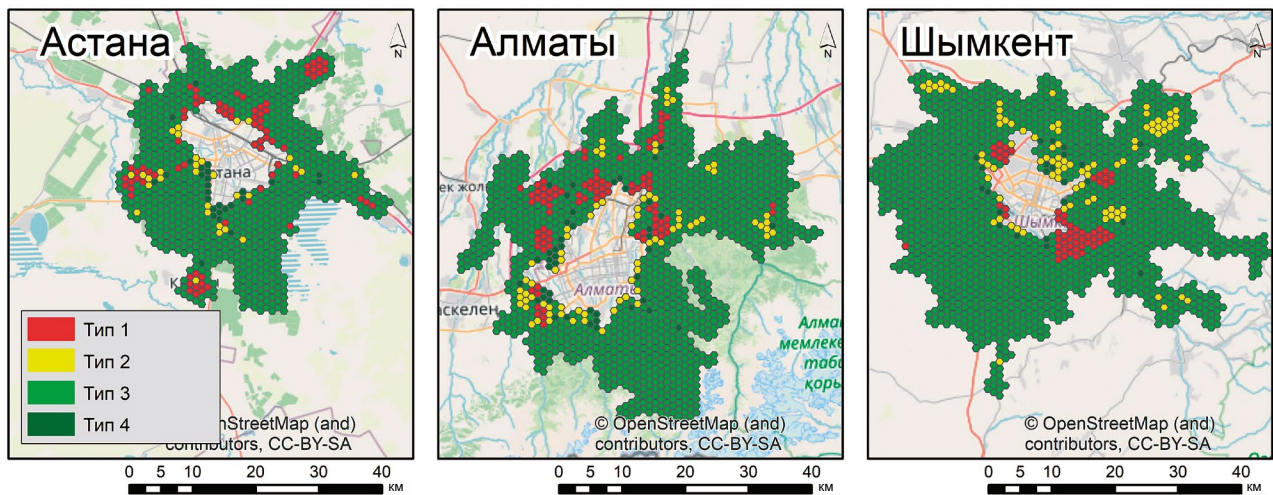


Рис. 4. Социально-экологическая типология окраинных районов городов Астана, Алматы, Шымкент.

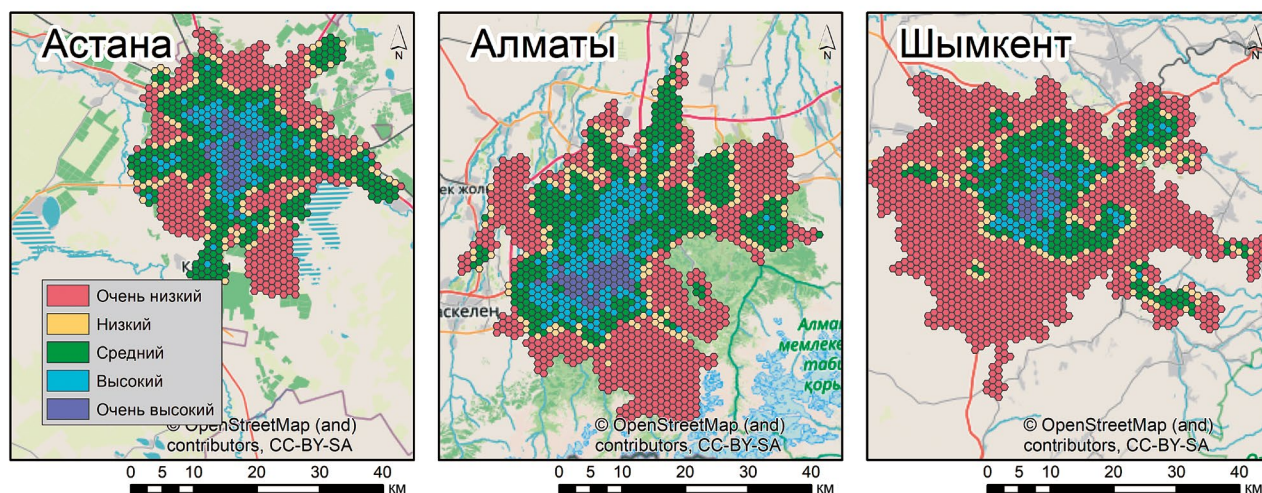


Рис. 5. Интегральный индекс обеспеченности социальной инфраструктурой городов Астана, Алматы, Шымкент, 2024 г.

Это отражается и в распределении населения: в Астане и Алматы большая часть жителей окраины проживает на территориях с высоким и очень высоким уровнем обеспеченности (в сумме около 70% населения окраин), тогда как в Шымкенте большинство населения окраин (примерно 68%) сосредоточено в зоне средней обеспеченности (рис. 6). Доля населения с самыми низкими уровнями социального комфорта на окраинах заметно выше в Шымкенте (около 52%), чем в Алматы (~14%) и Астане (~15%). На окраинах всех трех городов отсутствуют территории с очень высоким уровнем развития социальной инфраструктуры — такой уровень характерен исключительно для центральных частей городов. Таким образом, окраины крупных городов Казахстана в значительной мере уступают центру по уровню развития социальной сферы, однако в столицах (Алматы и Астане) заметна тенденция к формированию новых инфраструктурных узлов на окраинах.

Экологические условия на окраине городов существенно различаются как между городами, так и внутри территорий (рис. 7). Для всех трех городов характерен отчетливый градиент ухудшения экологической обстановки к центру города. Окраинные районы обычно имеют более благоприятную среду за счет наличия природных элементов (зеленых зон, водоемов) и меньшей концентрации источников загрязнения. Большинство центральных районов относятся к территориям с низким уровнем экологического благополучия из-за недостатка озеленения, плотной застройки, транспортных выбросов и присутствия промышленных предприятий внутри городской черты. Например, очень низкий уровень экологического благополучия (наиболее загрязненные промышленные зоны) характерен для всех трех городов, что подчеркивает присутствие интегрированных в ткань города производственных территорий и ТЭЦ. На окраинах преобладают высокий и очень

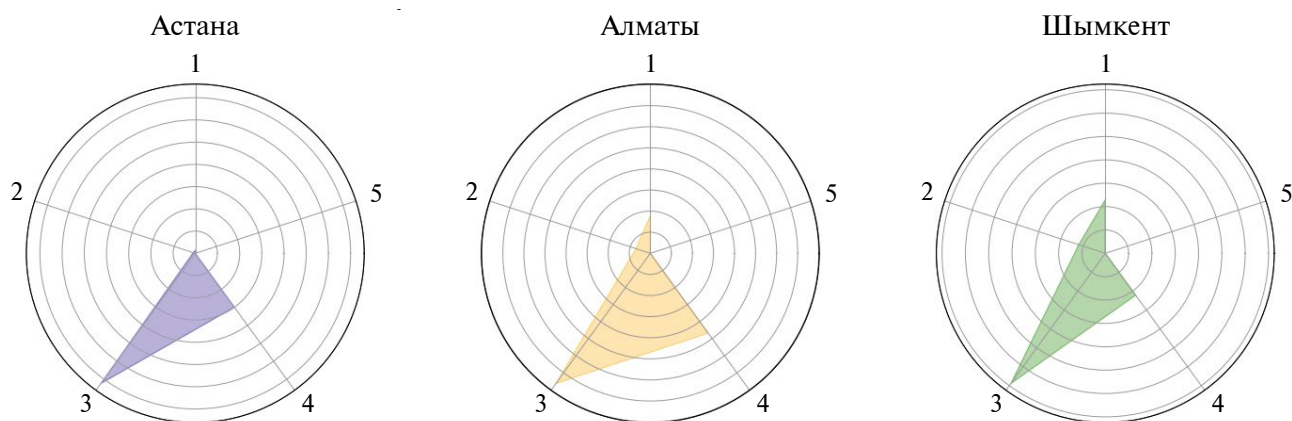


Рис. 6. Распределение населения по уровням обеспеченности социальной инфраструктурой городов Астана, Алматы, Шымкент, 2024 г.

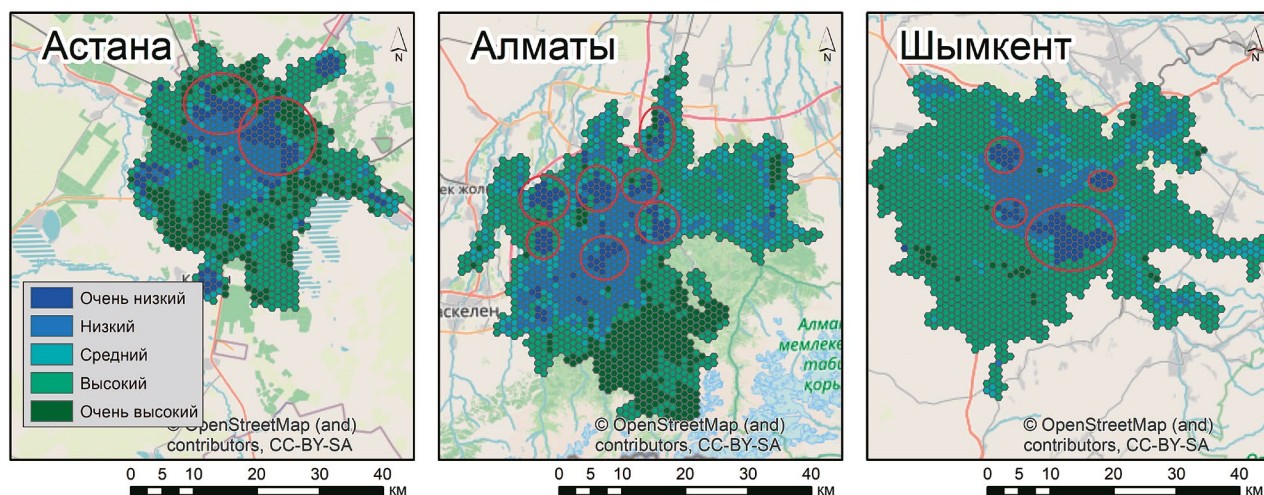


Рис. 7. Интегральный индекс экологической ситуации в городах Астана, Алматы, Шымкент, 2024 г.  
Примечание: красными кругами отмечены промышленные зоны.

высокий уровни экологического благополучия — обширные мало застроенные территории с зелеными насаждениями, сельскохозяйственные поля, парки, водоемы и лесные массивы на окраине обеспечивают значительно лучший экологический фон.

Вместе с тем экологические условия внутри самих окраин очень неоднородны: на окраине соседствуют как территории с крайне низким качеством среды (промзоны, свалки, очистные сооружения, районы малоэтажной застройки с печным отоплением на угле в Астане), так и территории с образцово высокой экологической ценностью (лесопарковые пояса вокруг городов, горные участки в Алматы, дендропарк в Шымкенте и т.д.). Показательно, что окраины Астаны оказались более индустриально нагруженными, чем окраины Алматы и Шымкента. Это связано с историческим размещением производств: в Алматы значительная часть промзон вынесена за городскую черту, а в Шымкенте теплый климат и наличие природного газа позволили избежать широкого распространения печей на твердом топливе, сильно влияющих на качество воздуха. В Астане же относительно суровый климат и длительный отопительный сезон обусловили появление крупных техногенных объектов (например, золоотвал — шламонакопитель ТЭЦ), не встречающихся в двух других городах.

Во всех трех городах население размещено асимметрично уровню экологического благополучия. Так, большинство ячеек имеет высокий уровень экологического благополучия, в то время как основная часть населения сосредоточена в районах с низким уровнем экологического благополучия в Астане и среднего в Алматы и Шымкенте. Наибольшая асимметрия наблюдается в Астане.

**Сопряженная типология интегральных индексов плотности социальной инфраструктуры и экологической ситуации** включала 4 основных типа территорий (табл. 1), характеризующих положение окраинного района относительно идеальной модели сбалансированного развития (высокие ИИПСИ и ИИЭС).

Основной модальный тип для окраин исследованных городов — это *районы с относительно благоприятной экологической ситуацией при недостаточно развитой социальной инфраструктуре (тип 3)*. Именно к этому типу принадлежит большая часть территории окраин всех трех городов, в которых происходит компенсация низкого уровня социальной инфраструктуры за счет высокого уровня экологического состояния. Таким образом, более 70% территории окраин, на которых проживает более половины их населения, характеризуется благоприятными экологическими условиями и недостаточно развитой социальной инфраструктурой.

Центральные части городов, напротив, обычно относятся к типу, сочетающему *высокий уровень социального обеспечения с низким уровнем экологического благополучия (тип 2)*. Это указывает на асимметричное развитие территорий городов, где для центра характерен высокий уровень социальной обеспеченности при неблагоприятной экологической обстановке, тогда как на окраине большая часть населения проживает в условиях относительно лучшей экологической ситуации, однако с меньшей социальной обеспеченностью.

Высокоразвитые центральные зоны зачастую окружают мозаичные фрагменты, в которых *экологическое неблагополучие определяется влиянием промышленных зон и транспорта, а социальная инфраструктура остается слаборазвитой (тип 1)*.

**Таблица 1.** Структура городского пространства Астаны, Алматы и Шымкента по социально-экологическим типам

Территория	ТИП	Астана		Алматы		Шымкент	
		Ячейки	Население	Ячейки	Население	Ячейки	Население
ЦЕНТР	Всего	163 ед.	1210000 чел.	229 ед.	1792000 чел.	151 ед.	860000 чел.
	Доля в общем числе ячеек и в численности населения, %						
	Тип 1	36.8	19.0	10.9	11.8	13.2	14.4
	Тип 2	55.8	77.1	80.8	84.4	86.1	85.1
	Тип 3	1.2	0.1	3.5	1.1	0.0	0.0
	Тип 4	6.1	3.8	4.8	2.7	0.7	0.5
ОКРАИНА	Всего	831 ед.	211000 чел.	1287 ед.	742000 чел.	1533 ед.	631000 чел.
	Доля в общем числе ячеек и в численности населения, %						
	Тип 1	7.2	38.4	6.6	12.1	3.7	11.9
	Тип 2	3.1	30.6	4.8	30.7	4.0	28.4
	Тип 3	86.4	20.8	85.2	47.2	90.8	50.4
	Тип 4	3.2	10.3	3.3	10.0	1.5	9.2

*Источник:* скорректированные данные GHS-POP R2023A — GHS population grid multitemporal (1975–2030). European Commission, Joint Research Centre (JRC).

Такие фрагменты можно назвать проблемными зонами: они встречаются на стыке города и окраины (например, старые индустриальные районы внутри города). Для окраин характерно, что воздействие промышленности на среду снижается по мере удаления от центра, однако уровень этого воздействия и степень сохранности природных территорий различаются между городами. Процесс дезинтеграции (проектируются специальные индустриальные зоны на окраине, куда переносят промышленные предприятия из жилых районов города, при этом освободившиеся участки промзон застраивают жилыми массивами) и рекультивации старых промышленных зон идет в разных направлениях и с разной скоростью: в Алматы промышленная территория активно трансформируется под новые функции, в Астане этот процесс только начинается, а в Шымкенте значительная часть промышленных зон еще сохраняется без изменений.

Территории социально-экологического баланса (*тип 4*) — районы с необходимой социальной инфраструктурой и качественной окружающей средой, где сохранены экологические условия. Такие районы предоставляют жителям доступ к необходимым учреждениям и качественной окружающей среде, но они составляют 1.5–3% ячеек на окраинах, в которых проживает около 10% населения (см. рис. 4).

Разработанная социально-экологическая типология позволила определить типичные и уникальные черты развития городской окраины городов-миллионников Республики Казахстан. *Типичной* является тенденция к расширению и хаотичной застройке центра: перенос элементов инфраструктуры из центра на свободные территории с последующей заменой устаревших функций землепользования, которые не выдерживают конкуренции с новыми. В Алматы этот процесс уже завершен — город расширился до такой степени, что включил ранее отдаленные объекты, возведенные в советское время, и теперь эти зоны преимущественно застроены жильем. В Астане аналогичные изменения происходят сейчас: администрация города переносит крупные административные объекты на окраины не из-за желания убрать их подальше, а из-за дешевизны земли и наличия свободных территорий. Здесь начинают появляться новые медицинские и административные учреждения. Шымкент, ставший недавно городом республиканского значения и получивший значительное финансирование, еще не перешел к подобным масштабным изменениям. В настоящее время в городе осуществляется строительство административных и культурных объектов, снос базаров, стремясь ограничить рост одноэтажных окраин и уплотнить центр.

*Уникальные черты* определяются целым рядом факторов: столичностью и политикой городских

властей, длительностью освоения, темпами экономического роста города и экономической ситуацией, физико-географическими условиями, историей развития, особенностями населения и сложившегося расселения. За период 2000–2020-х годов наиболее быстрыми темпами происходит замещение сельскохозяйственных территорий городской окраиной, но в Алматы развитие ограничено горами, а в Шымкенте и Астане — промышленными зонами и железной дорогой.

Каждый из трех городов обладает и уникальными чертами социально-экологической дифференциации окраин, обусловленными историческими, планировочными и природными факторами. Во многом эти различия связаны со статусом и этапом развития города.

Во-первых, новая столица (Астана) отличается масштабностью и более качественным планированием: наличие значительных финансовых ресурсов и продуманных планов развития территории позволяет быстрее осваивать окраины и вкладываться в их инфраструктуру.

Во-вторых, длительность развития накладывает отпечаток: Алматы — самый “зрелый” миллионник, где город давно распространился на окраинные территории, интегрировав многие унаследованные объекты; Астана только начинает процесс вынесения и замещения старых объектов на окраины; в Шымкенте подобного не наблюдается.

В-третьих, различна направленность территориального роста: Шымкент присоединяет уже освоенные территории (близлежащие населенные пункты), Астана “расползается” на свободные степные площади, Алматы же вынужден одновременно уплотнять пустующие участки, расположенные отдельными клиньями на западе и “наползает” на южные дачные предместья до естественных барьеров (горных склонов).

В-четвертых, важен климатический фактор: в Шымкенте и Алматы отопительный сезон короткий, дома в основном отапливаются газом, поэтому остро не стоит проблема выбросов от частного сектора; напротив, в Астане холодный климат и преобладание угольного отопления на окраинах создали уникальный для страны техногенный ландшафт — золоотвал ТЭЦ (шламонакопитель), заметно влияющий на экологию окраин.

В-пятых, отличаются приоритеты развития: Шымкент в последние годы стремился к уплотнению застройки и модернизации центра (реализуется программа сноса старых рынков, строительства административных зданий и объектов культуры), при этом рост продолжился на запад, север и восток; Алматы исторически развивался

на юг до предгорий и на запад по равнинной части, сейчас основное новое строительство идет на западе; Астана развивается в двух направлениях — на юге формируются престижные новые районы, а на северо-западе преобладает строительство социального жилья. Эти особенности необходимо учитывать при планировании инфраструктуры и природоохранных мероприятий на окраинах каждого города.

## ВЫВОДЫ

Проведенное исследование показало, что интеграция экологических и социальных факторов при планировании развития городских окраин является ключом к обеспечению их устойчивого роста и благополучия жителей. Экологическая безопасность и социальная обеспеченность — ключевые факторы, влияющие на асимметричное развитие окраин и центральных районов города. Окраины городов-миллионников Казахстана демонстрируют высокую степень асимметрии в развитии социальной инфраструктуры и экологической обстановки, которая выражается в том, что развитие городских территорий с низким уровнем одного показателя (социальной инфраструктуры или экологической ситуации) компенсируется высоким уровнем другого.

Центр-периферийный градиент падения интегрального индекса экологической ситуации и значительное разнообразие в уровне экологического благополучия, охватывающее широкий диапазон от очень низкого до очень высокого — универсальные свойства городских окраин. Его наибольшая поляризация характерна для территорий нового и быстрого освоения (Астана), меньше всего — при интеграции старых пригородов в городскую черту (Шымкент). При этом центральные районы обладают более развитой социальной инфраструктурой, тогда как окраины отличаются более благоприятной экологической обстановкой при недостатке социальной инфраструктуры. Это отражает своеобразный механизм “экологической компенсации” социальных диспропорций: жители окраин живут в относительно лучшей природной среде ценой меньшего комфорта и доступности услуг.

Отличия в социально-экологическом облике окраин связаны с особенностями каждого города. Астана имеет промышленно нагруженные окраины и самый высокий дисбаланс между социальной и экологической составляющими. В Алматы окраины более благоустроены (благодаря выносу промзон за город и высокой обеспеченности частного сектора услугами), однако город уперся в природный барьер (горы), что ограничивает дальнейшее расширение его территории и требует уплот-

нения. Шымкент отличается наиболее равномерной структурой окраин и наименьшим разрывом между центром и периферией, однако его отдаленные поселения существенно уступают по уровню благополучия окраинам двух столиц.

Исторические и планировочные факторы (столичный статус, длительность роста, направления территориального развития) формируют уникальные комбинации проблем. Так, только для Астаны характерна массовая частная застройка с отоплением на угле и связанный с ней шламонакопитель ТЭЦ, тогда как в Алматы решающее влияние на экологию оказывает рельеф, а в Шымкенте — периферийное положение старых промзон. Учитывая эти особенности, интеграция природоохранных и социальных приоритетов в планирование развития окраин выступает ключом к обеспечению их устойчивого роста и благополучия жителей.

#### СПИСОК ЛИТЕАТУРЫ

- Абилов А.Ж., Кусаинова Г.К., Махрова А.Г.* Социологические исследования при анализе формирования городских агломераций Казахстана (на примере Астаны) // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 2017. № 4. С. 75–83.
- Акынжанов Т.Б.* Феномен городских окраин: экологическая проекция // Город и люди: пространство и время. 2023. С. 415–422.
- Афонцев С., Зубаревич Н.* Пространственное развитие как механизм модернизации Республики Казахстан // Вопросы экономики. 2012. № 5. С. 53–58.
- Битюкова В.Р.* Методы оценки экологической ситуации в городах: полимасштабность подходов // Теоретические и методические подходы в экономической и социальной географии. М.: Изд-во МГУ, 2019. С. 221–244.
- Битюкова В.Р., Сафронов С.Г.* Методы оценки территориальной дифференциации экологической ситуации в городах и регионах России // Экология и промышленность России. 2014. № 3. С. 48–53.
- Кириллов П.Л., Махрова А.Г.* Сценарный подход к прогнозированию расселения населения в территориальном планировании // География, градостроительство, архитектура: синтез наук и практик. М.: Изд-во МГУ, 2013. С. 63–79.
- Махрова А.Г., Сафронов С.Г., Абилов А.Ж.* Городские агломерации Казахстана: тенденции социально-экономического развития // Изв. РАН. Сер. геогр. 2023. Т. 87. № 1. С. 16–28.  
<https://doi.org/10.31857/S2587556623010119>
- Elvidge C.D., Zhizhin M., Hsu F.-C., Baugh K.E., Tilottama G.* Annual time series of global VIIRS nighttime lights derived from monthly averages: 2012 to 2019 // Remote Sens. 2021. Vol. 13. № 5. 922 p.  
<https://doi.org/10.3390/rs13050922>
- Feng X.* Modelling the spatial pattern of urban fringe. Enschede: International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, 2004.
- Gallet D.* The value of green infrastructure: A guide to recognizing its economic, environmental, and social benefits // WEFTEC 2011. Water Env. Federation, 2011. С. 924–928.
- Huang J., Zhou Q., Wu Z.* Recognition of urban fringe area based on remote sensing image: A case study of Guangzhou–Foshan metropolitan area // Procedia Environ. Sci. 2012. Vol. 13. P. 165–172.
- Ludwig J.A., et al.* Statistical ecology: a primer in methods and computing. Chichester: John Wiley & Sons, 1988. Vol. 1.
- Martin L.R.G.* A comparative urban fringe study methodology. Ottawa: Environment Canada, Lands Directorate, 1975.
- Pesaresi M., et al.* Advances on the Global Human Settlement Layer by joint assessment of Earth Observation and population survey data // Int. J. Digit. Earth. 2024. Vol. 17. № 1.  
<https://doi.org/10.1080/17538947.2024.2390454>
- Pryor R.J.* Defining the rural–urban fringe // Social Forces. 1968. Vol. 47. № 2. P. 202–215.
- Russwurm L.H.* The Urban Fringe in Canada: Problems, Research Needs. Ottawa: Ministry of State for Urban Affairs, 1973.
- The dictionary of human geography / D. Gregory, R. Johnston, G. Pratt, M. Watts, S. Whatmore (Eds.). 5th ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.
- Wehrwein G.S.* The rural–urban fringe // Econ. Geogr. 1942. Vol. 18. № 3. P. 217–228.
- Yang Y., Liu Y., Li Y., Du G.* Spatial recognition of the urban–rural fringe of Beijing using DMSP/OLS nighttime light data // Remote Sens. 2017. Vol. 9. № 11. 1141 p.  
<https://doi.org/10.3390/rs9111141>
- Zhao Q., Yu L., Zhang Q., Wu M., Zhao J., Xu Y.* Progress and trends in the application of Google Earth and Google Earth Engine // Remote Sens. 2021. Vol. 13. № 18. 3778 p.  
<https://doi.org/10.3390/rs13183778>

## Socio-Ecological Differentiation of the Development of Urban Fringe of Million-Plus Cities in the Republic of Kazakhstan

T. B. Akynzhanov<sup>a,\*</sup> and V. R. Bitjukova<sup>b,\*\*</sup>

<sup>a</sup>*Lomonosov Moscow State University, Kazakhstan Branch, Astana, Kazakhstan*

<sup>b</sup>*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

\*e-mail: akynzhanovtb@my.msu.ru

\*\*e-mail: v.r.bitjukova@geogr.msu.ru

The article proposes a methodology for delineating and assessing the urban fringe of Kazakhstan's million-plus cities. These fringes emerge as a result of the chaotic expansion of the urban core and the persistence of inherited features—both natural, which contribute to improving the environmental situation, and anthropogenically transformed, exhibiting varying degrees of environmental stress. At the first stage the urban fringe was delimited as the zone between the administrative boundaries of the city (adjusted for actual built-up areas) and the inner boundary identified using the land use diversity index (Shannon entropy). At the second stage, a combined typology of composite indices for social infrastructure density and environmental conditions was developed. This typology revealed asymmetric development between the fringes and central districts of Kazakhstan's million-plus cities where areas with a low level of one indicator are often compensated by a high level of the other. More than 70% of the fringe territory (50% of the population) is characterized by favorable environmental conditions but underdeveloped social infrastructure. In central areas, high levels of social infrastructure predominate, surrounded by fragmented zones where environmental stress is determined by industrial and transport influence, while social infrastructure remains insufficiently developed. Industrial impacts are generally declining; however, industrial zone disintegration is actively progressing in Almaty, has only recently begun in Astana, and has not yet started in Shymkent. Polarization of the composite social infrastructure density index is characteristic of the fringes in Almaty and Astana, whereas in Shymkent it is more homogeneous and minimally different from the urban core. The greatest diversity is observed in newly and rapidly developed areas of Astana and the least—in the integrated former suburban areas of Shymkent. Improvement of the composite environmental index from the center toward the periphery, along with substantial variation in environmental well-being levels from very low to very high, are universal features of the urban fringe.

*Keywords:* urban fringe, spatial differentiation, social infrastructure, environmental conditions, composite index, typology

### REFERENCES

- Abilov A.Zh., Kusainova G.K., Makhrova A.G. sociological research in the analysis of the formation of urban agglomerations in Kazakhstan (the case of Astana). *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2017, no. 4, pp. 75–83. (In Russ.).
- Afontsev S., Zubarevich N. Spatial development as a mechanism for the modernization of the Republic of Kazakhstan. *Vopr. Ekon.*, 2012, no. 5, pp. 53–58. (In Russ.).
- Akynzhanov T.B. The phenomenon of the urban fringe: An ecological projection. In *Gorod i lyudi: prostranstvo i vremya* [City and People: Space and Time]. Moscow, 2023, pp. 415–422. (In Russ.).
- Bitjukova V.R. Methods for assessing the environmental situation in cities: Multi-scale approaches. In *Teoreticheskie i metodicheskie podkhody v ekonomicheskoi i sotsial'noi geografii* [Theoretical and Methodological Approaches in Economic and Social Geography]. Moscow: Izd-vo Mosk. Univ., 2019, pp. 221–244. (In Russ.).
- Bitjukova V.R., Safronov S.G. Methods for assessing the territorial differentiation of the environmental situation in cities and regions of Russia. *Ekol. Promyshl. Ross.*, 2014, no. 3, pp. 48–53. (In Russ.).
- Elvidge C.D., Zhizhin M., Hsu F.-C., Baugh K.E., Tilotama G. Annual time series of global VIIRS nighttime lights derived from monthly averages: 2012 to 2019. *Remote Sens.*, 2021, vol. 13, no. 5, art. 922. <https://doi.org/10.3390/rs13050922>
- Feng X. *Modelling the Spatial Pattern of Urban Fringe*. Enschede: International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, 2004.
- Gallet D. A guide to recognizing its economic, environmental, and social benefits. In *WEFTEC 2011. The Value of Green Infrastructure*. Water Env. Federation, 2011, pp. 924–928.
- Huang J., Zhou Q., Wu Z. Recognition of urban fringe area based on remote sensing image: A case study of Guangzhou–Foshan metropolitan area. *Procedia Environ. Sci.*, 2012, vol. 13, pp. 165–172.
- Kirillov P.L., Makhrova A.G. A Scenario approach to forecasting population settlement in territorial planning. In *Geografiya, gradostroitel'stvo, arkhitektura:*

- sintez nauk i praktik* [Geography, Urban Planning, Architecture: A Synthesis of Sciences and Practices]. Moscow: Izd-vo Mosk. Univ., 2013, pp. 63–79. (In Russ.).
- Ludwig J.A., et al. *Statistical Ecology: A Primer in Methods and Computing. Vol. 1*. Chichester: John Wiley & Sons, 1988.
- Makhrova A.G., Safronov S.G., Abilov A.Zh. The latest history of the development of Kazakhstan's urban agglomerations. *Reg. Res. Russ.*, 2023, vol. 13, pp. 316–327.  
<https://doi.org/10.1134/S2079970523700697>
- Martin L.R.G. *A Comparative Urban Fringe Study Methodology*. Ottawa: Environment Canada, Lands Directorate, 1975.
- Pesaresi M., et al. Advances on the Global Human Settlement Layer by joint assessment of Earth Observation and population survey data. *Int. J. Digit. Earth*, 2024, vol. 17, no. 1.  
<https://doi.org/10.1080/17538947.2024.2390454>
- Pryor R.J. Defining the rural–urban fringe. *Soc. Forces*, 1968, vol. 47, no. 2, pp. 202–215.
- Russwurm L.H. *The Urban Fringe in Canada: Problems, Research Needs*. Ottawa: Ministry of State for Urban Affairs, 1973.
- The Dictionary of Human Geography*. Gregory D., Johnston R., Pratt G., Watts M., Whatmore S., Eds. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.
- Wehrwein G.S. The rural–urban fringe. *Econ. Geogr.*, 1942, vol. 18, no. 3, pp. 217–228.
- Yang Y., Liu Y., Li Y., Du G. Spatial recognition of the urban–rural fringe of Beijing using DMSP/OLS nighttime light data. *Remote Sens.*, 2017, vol. 9, no. 11, art. 1141.  
<https://doi.org/10.3390/rs9111141>
- Zhao Q., Yu L., Zhang Q., Wu M., Zhao J., Xu Y. Progress and trends in the application of Google Earth and Google Earth Engine. *Remote Sens.*, 2021, vol. 13, no. 18, art. 3778.  
<https://doi.org/10.3390/rs13183778>