



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2025_1_283
MPHTI 67.13.51

Т.В. Жусупов¹, Е.Б. Утепов¹, А. Анискин², А.К. Алдунгарова³, С.А. Караулов⁴

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: timurvictorovich@gmail.com

E-mail: utepov-elbek@mail.ru*

²Университет Север, Вараждин, Хорватия

E-mail: aaniskin@unin.hr

³Кокшетауский университет имени Шокана Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

E-mail: liya_1479@mail.ru

⁴ТОО «Solid Research Group», Астана, Казахстан

E-mail: karaulovsabit1997@gmail.com

СПОСОБ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КАК ФАКТОРА ПЛАНИРОВАНИЯ РЕНОВАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЬЯ В ГИС

ҒАЖ-да ТҰРҒЫН ҮЙДІ ЖАҢҒЫРТУ ЖӘНЕ ҚАЙТА ҚҰРУДЫ ЖОСПАРЛАУ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ ХАЛЫҚТЫҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫН КЕҢІСТІКТІК ТАЛДАУ ӘДІСІ

METHOD OF SPATIAL ANALYSIS OF POPULATION DENSITY AS A FACTOR IN PLANNING RENOVATION AND RECONSTRUCTION OF HOUSING IN GIS

Аннотация. Статья посвящена разработке способа пространственного анализа плотности населения как фактора планирования реновации и реконструкции жилого фонда в ГИС. В рамках исследования выявлена недостаточная эффективность текущих подходов, применяемых в Казахстане для оценки и планирования сноса ветхого жилья, что обусловлено отсутствием интеграции многокритериального анализа. На основе данных города Астана за период 2003-2023 гг. предложен новый методологический подход, включающий использование программного обеспечения ArcGIS для моделирования и репрезентации плотности населения. Разработанная модель состоит из восьми операций, начиная с выделения жилых зданий (площадь полигонов от 50 до 10 000 кв.м) до создания растровых карт плотности населения с применением инструмента Kernel Density. Прогноз численности населения на 2024-2029 гг. показал рост от 1 425 740 до 1 852 552 человек, а объем ввода жилья увеличится с 2,85 до 3,31 млн кв.м. На основе этих данных создана карта прогнозируемой плотности населения, где выделены зоны высокой плотности, такие как район Байконур. Полученные результаты свидетельствуют о значительных изменениях плотности населения в центральных районах города, что важно учитывать при планировании реновации. Преимущество модели заключается в её способности интегрировать данные о численности населения и вводе жилья в эксплуатацию с пространственными характеристиками зданий. В то же время её точность может быть увеличена за счет добавления данных об этажности зданий и реальном числе проживающих. Предложенный методологический подход может быть использован для планирования реновации в других

городах, где наблюдается интенсивная урбанизация и дефицит современного жилья.

Ключевые слова: реновация, ветхое состояние здания, геоинформационная система, плотность населения, прогнозная модель.

Аңдатпа. Мақала ГАЗ-да тұрғын үй қорын жаңғырту мен қайта құруды жоспарлауда маңызды бір факторы ретінде халықтың тығыздығын кеңістіктік талдау әдісін әзірлеуге арналған. Зерттеу шеңберінде Қазақстанда тозығы жеткен тұрғын үйді бұзуды бағалау және оны жоспарлау үшін қолданылатын ағымдағы тәсілдердің тиімділігінің жеткіліксіздігі анықталды, бұл көп өлшемді талдаудың интеграциясының болмауына байланысты екенін көрсетеді. Бұл мақалада Астана қаласының 2003-2023 жылдар кезеңіндегі деректері негізінде халықтың тығыздығын модельдеу және бейнелеу үшін ArcGIS бағдарламалық қамтамасызды пайдалануды қамтитын жаңа әдіснамалық тәсіл ұсынылды. Зерттеуде әзірленген модель тұрғын үйлерді бөлуден бастап (50-ден 10 000 шаршы метрге дейінгі көпбұрыштардың ауданы) Kernel Density деген құралын қолдана отырып, халықтың тығыздығының растрлық карталарын құруға дейінгі сегіз операциядан тұрады. 2024-2029 жылдарға арналған халық санының болжамы 1 425 740-тан 1 852 552 адамға дейін өсуді көрсетті, ал тұрғын үйді іске қосу көлемі 2,85-тен 3,31 млн шаршы метрге дейін ұлғаяды. Зерттеуде алынған нәтижелер қаланың орталық аудандарындағы халық тығыздығының айтарлықтай өзгеруін көрсетеді, бұл жаңғыртуды жоспарлау кезінде ескеру қажеттігін білдіреді. Модельдің артықшылығы – оның халық саны мен тұрғын үйді пайдалануға беру туралы мәліметтерді ғимараттардың кеңістіктік сипаттамаларымен біріктіру мүмкіндігі болып табылады. Сонымен қатар, оның дәлдігін ғимараттардың қабаттылығы мен тұрғындардың нақты саны туралы мәліметтерді қосу арқылы арттыруға болатыны талқыланды. Ұсынылған әдістемелік тәсілді қарқынды урбанизация және қазіргі заманғы тұрғын үй тапшылығы бар басқа қалаларда жаңғыртуды жоспарлау үшін пайдалануға болады.

Түйін сөздер: Жаңғырту, ғимараттың тозығы жеткен жағдай, геоақпараттық жүйе, халықтың тығыздығы, болжау моделі.

Abstract. This article presents a method of spatial analysis of population density as a factor in planning the renovation and reconstruction of residential buildings in GIS. The study identifies inefficiencies in the current approaches used in Kazakhstan for assessing and planning the demolition of dilapidated housing, caused by the lack of integrated multi-criteria analysis. Based on data from Astana city for the period of 2003-2023, a new methodological approach is proposed, employing ArcGIS software for modeling and representation of population density. The developed model consists of eight operations, ranging from the selection of residential buildings (polygon areas between 50 and 10,000 sq.m) to the creation of raster maps of population density using the Kernel Density tool. Population forecasts for 2024–2029 indicate growth from 1,425,740 to 1,852,552 people, with housing construction volumes increasing from 2.85 to 3.31 million sq.m. Based on this data, a forecasted population density map was created, highlighting high-density zones such as the Baikonur district. The results show significant changes in population density in the city's central areas, which should be considered when planning renovations. The model's advantage lies in its ability to integrate population and housing data with spatial building characteristics. At the same time, its accuracy can be enhanced by adding data on building heights and the actual number of residents. The proposed methodological approach can be applied to urban renovation planning in other cities experiencing rapid urbanization and a shortage of modern housing.

Keywords: Renovation, dilapidated building condition, geoinformation system, population density, prediction model.

Введение. 23 сентября 2022 г. Постановлением Правительства Республики Казахстан была утверждена Концепция развития жилищно-коммунальной инфраструктуры на 2023-2029 гг. (Смаилов, 2022). В рамках данного документа одной из реформ является обновление жилищного фонда через осуществление сноса аварийных и ветхих домов и реализацию проектов программ реновации жилищного фонда. После чего практически во всех городах РК были утверждены программы реновации жилищного фонда (Смаилов, 2023; Сагинтаев, 2021; Сыздықбеков, 2024; Омар, 2024; Нурсагатов, 2023; Тналиев, 2024; Ахметов, 2022; Телгараев, 2022; Ғайса, 2023; Таурбеков, 2022; Темирханов, 2022). В документах указаны задачи программы, первой из которых выступает реновация или ликвидация аварийного (ветхого) жилья. В некоторых программах сформирован план по сносу аварийного жилья с указанием количества зданий под снос ежегодно (Смаилов,

2023). В механизмах реализации программ имеются пункты по определению районов и этапов реконструкции, но не указывается четкая методология. Традиционно эти вопросы решаются местными исполнительными органами (акиматы) и их уполномоченными организациями путем проведения технического обследования на основании степени износа или паспортизации (Смаилов, 2023; Сагинтаев, 2021; Сыздықбеков, 2024; Омар, 2024; Нурсагатов, 2023; Тналиев, 2024; Ахметов, 2022; Телгараев, 2022; Файса, 2023; Таурбеков, 2022; Темирханов, 2022). Практика показывает неэффективность и недостаточную обоснованность текущих подходов в отнесении зданий к категории ветхого и подлежащих к сносу, влекущих волнения жителей этих домов (Адамбусинова и др., 2020; Сарсембаева, 2023; Фролова, 2023; Захарова, 2023; Турар, 2024; KAZAKHSTAN TODAY, 2024; Ахметов, 2024). Например, в нашем предыдущем исследовании (Zhussupov et al., 2022) мы поднимали вопрос первостепенности конкретизации понятия «ветхое здание» и их критериев. Надо отметить, что речь идет о тысячах географических объектов разноудаленных друг от друга с множеством технических параметров, влияющих на принятие решений. Очевидно, что анализ такого количества данных в обычных офисных ПО (например, Excel), являясь трудоемким, создает немало неточностей. Это указывает на необходимость кардинальных изменений текущей методологии реновации и применения специализированных ПО и подходов многокритериального и многофакторного анализа. Лучшие практики (Omidipoor et al., 2019; Kah & Alain, 2021) показывают, что применение геоинформационных систем (ГИС) и моделей пространственного анализа способствует оптимизации процессов реконструкции зданий и реновации городской среды, однако требуют специфически обработанных исходных данных. В ряде зарубежных источников имеются примеры применения ГИС совместно с методами многокритериального принятия решений для планирования сноса и реновации (обновления) зданий (Morckel, 2017; Wang & Yang, 2022; Foroughi & Rasol, 2016). В данных исследования в качестве факторов, влияющих на планирование, принимались: вакантность участка, потенциал района, характеристики здания, уровень преступности, архитектурный статус здания, историческое значение здания, материал каркаса, возраст здания, плотность застройки и др. Однако в исследованиях не учитывается такой фактор, как плотность населения. При этом программа Организации Объединённых Наций по населённым пунктам (UN-Habitat) в 2014 г. предложила в качестве одного из принципов устойчивого планирования городов придерживаться плотности населения не менее 15 000 человек на кв. км (UN-HABITAT, 2014). Так, в случае совершенствования методологии реновации в сторону применения ГИС, возникает резонный вопрос о способе обработки и пространственной репрезентации данных, представляющих плотность населения как влияющий фактор, недостаточно учтенный в лучших практиках (Omidipoor et al., 2019; Kah & Alain, 2021; Morckel, 2017; Wang & Yang, 2022; Foroughi & Rasol, 2016).

В связи с вышесказанным, целью данной работы является выработка нового способа к анализу, прогнозированию и пространственной репрезентации данных о плотности населения, пригодной в качестве влияющего фактора в планировании реновации территории в ГИС.

Материалы и методы исследования. На рис. 1 представлена общая концепция предлагаемого подхода.

Способ, представленный на рис. 1, предполагает использование статистических данных по численности населения, вводу жилья в эксплуатацию и актуальной карты зданий в качестве исходных данных для поэтапного моделирования, пространственного анализа и репрезентации в ГИС с целью получения растровой карты плотности населения на прогнозируемые периоды.

Тестирование предлагаемого способа производилось на примере города Астана

(Казахстан) с данными о численности населения и вводе жилья в эксплуатацию на 2003-2023 гг., полученными из базы данных портала Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (QazStat, 2024). Данный выбор обуславливается наличием действующего на данный момент в Астане конкретного плана реализации программы реновации на 2024-2028 гг. (Смаилов, 2023), а период 2003-2023 гг. обусловлен наличием в (QazStat, 2024) статистических данных одновременно и по численности населения, и по вводимому в эксплуатацию жилью именно в этом промежутке (рис. 2). Векторная карта города была получена с бесплатного интернет-ресурса OpenStreetMap (OpenStreetMap, 2024).



Рисунок 1. Способ пространственного анализа плотности населения в ГИС

Примечание – составлено авторами

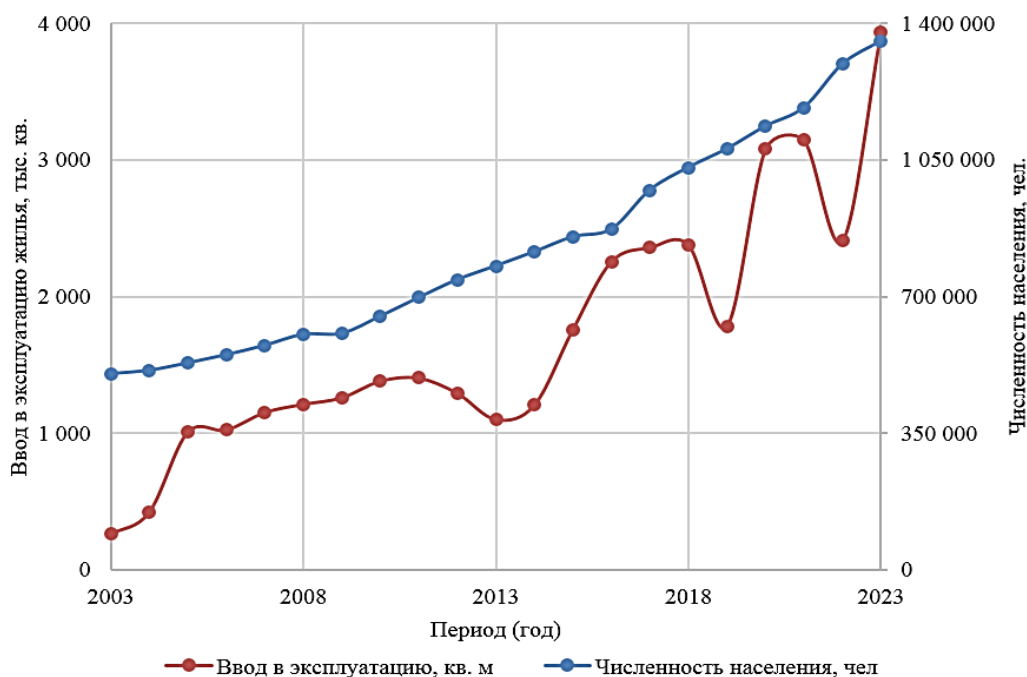


Рисунок 2. Исходные статистические данные (QazStat, 2024)

Примечание – составлено авторами на основе статистических данных (QazStat, 2024)

Прогноз численности населения и ввода жилья в эксплуатацию выполнялся на период с 2024 по 2029 гг. Конечный год прогноза был определен исходя из сроков реализации Концепции развития жилищно-коммунальной инфраструктуры (Смаилов, 2022). Для каждого из графиков на рис. 2 были построены линии тренда, которые определялись по максимальному значению величины достоверности аппроксимации R^2 . Прогнозируемые данные обозначили следующим образом:

- N_n – прогнозируемая численность населения на требуемый период;
- S_n – прогнозируемая площадь вводимого жилья на требуемый период;
- n – требуемый период (год) прогнозирования.

Моделирование, пространственный анализ и репрезентация данных выполнялись в программном обеспечении ArcGIS. Для простоты было выделено 8 операций.

Первая операция (Operation 1) включает в себя выборку жилых зданий из общего объема всех зданий. Ограничения задавались для исключения из моделирования нежилых зданий в связи с тем, что информация о точном расположении жилых зданий отсутствует в открытых источниках. Также в модели для пространственного анализа использовалось значение площади полигона жилого здания (S_m), так как информации об общей площади каждого жилого дома не имеется в общем доступе. Для это были заданы условия по площади требуемых полигонов жилых домов (S_m) на карте:

$$50 \leq S_m \leq 10000, \quad (1)$$

где: S_m – площадь полигона.

Таким образом, в рамках данной работы допускается, что площадь полигона жилого здания (S_m) не меньше 50 кв.м и не больше 10 тыс. кв.м.

После того как были заданы ограничения для полигонов жилых зданий, начинается вторая операция (Operation 2). В таблице атрибутов создается поле «Площадь полигона S_m » и для каждого выбранного полигона рассчитывается площадь с помощью инструмента Calculate Geometry. Далее выполняется расчет суммы всех полигонов ΣS_m при помощи инструмента Dissolve (Operation 3).

Четвертая операция (Operation 4) включает в себя конвертацию полигонов в точки через инструмент Feature to point, а также создание полей в таблице атрибутов и расчет значений в этих полях для следующих данных:

- весовой коэффициент каждого выбранного полигона (γ_m);
- прогнозируемый прирост площади полигона на требуемый период в кв.м (S_{mnf});
- прогнозируемая площадь полигона на требуемый период в кв.м (S_{mf}).

Весовой коэффициент (γ_m) рассчитывался как отношение площади полигона к сумме площадей всех полигонов согласно формуле (2):

$$\gamma_m = \frac{S_m}{\Sigma S_m}. \quad (2)$$

Данный коэффициент позволит определить прирост площади (S_{mnf}) каждого полигона с помощью спрогнозированной общей площади ввода в эксплуатацию для каждого года (S_n) по формуле (3):

$$S_{mnf} = \gamma_m \times S_n. \quad (3)$$

Прирост площади (S_{mnf}) показывает, насколько должна увеличиться площадь

существующего полигона жилого дома на основании прогноза ввода в эксплуатацию. После того как определен прирост (S_{mnf}), можно определять прогнозируемую площадь каждого полигона (S_{mf}) по формуле (4):

$$S_{mf} = S_m + S_{mnf}. \quad (4)$$

Прогнозируемая площадь полигона жилого дома (S_{mf}) говорит о том, какой будет площадь полигона (S_m) с учетом прогноза ввода в эксплуатацию (S_n) на требуемый период.

В рамках пятой операции (Operation 5) создается поле и выполняется расчет значений в таблице атрибутов для весового коэффициента прогнозируемой площади полигона на требуемый период (γ_{mf}). Данный коэффициент определяется как отношение прогнозируемой площади одного полигона к общей прогнозируемой площади всех полигонов:

$$\gamma_{mf} = \frac{S_{mf}}{\Sigma S_{mf}}. \quad (5)$$

После получения значений весового коэффициента (γ_{mf}) выполняется шестая операция (Operation 6): создается последнее поле в таблице атрибутов для прогнозируемой приближенной плотности населения (N_{mnf}). Значение N_{mnf} рассчитывается по формуле (6):

$$N_{mnf} = \gamma_{mf} \times N_n. \quad (6)$$

Шестая операция завершает этап моделирования и пространственного анализа. Далее выполняется репрезентация пространственных данных (Operation 7) путем создания растровой карты плотности населения. При создании карты используются инструменты: Random points – для создания точек в каждом объекте; Kernel density – для расчета плотности населения методом интерполяции.

Завершающей операцией (Operation 8) является импорт всех растровых и векторных данных в единую базу геоданных.

Результаты и их обсуждение. График прогноза численности населения показан на рис. 3. Для прогноза численности населения была выбрана полиномиальная линия тренда со значением величины достоверности аппроксимации $R^2=0,9976$.

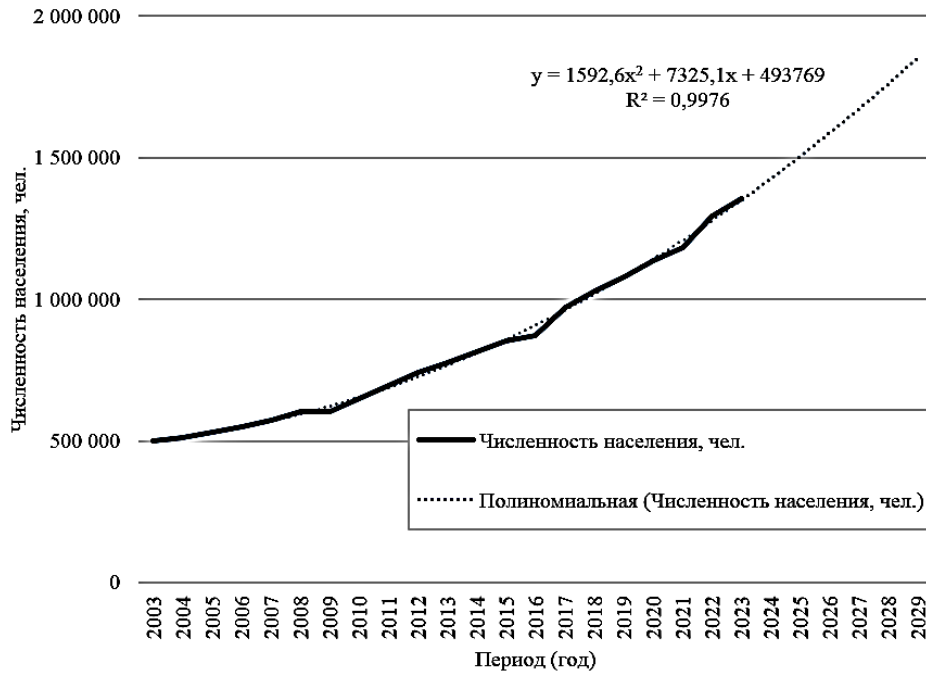


Рисунок 3. Прогноз численности населения г. Астана на 2024-2029 гг.

Примечание – составлено авторами

Уравнение линии тренда имеет следующий вид:

$$y = 1592,6x^2 + 7325,1x + 493769, \quad (7)$$

где: x – период прогноза; y – N_n , прогнозируемая численность населения на период.

График прогноза ввода в эксплуатацию жилья показан на рис. 4.

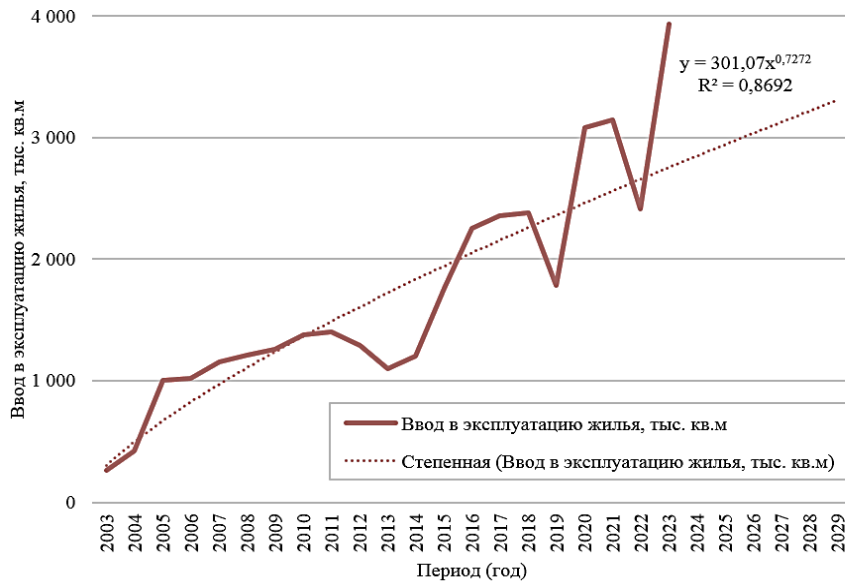


Рисунок 4. Прогноз объема ввода в эксплуатацию жилья в г. Астана на 2024-2029 гг.

Примечание – составлено авторами

Для прогноза объема ввода в эксплуатацию жилья была выбрана степенная линия тренда со значением величины достоверности аппроксимации $R^2=0,8692$. Уравнение линии тренда имеет следующий вид:

$$y = 301,07x^{0,7272}, \quad (8)$$

где: x – период прогноза; y – прогнозируемый объем ввода в эксплуатацию жилья на период.

Прогнозируемые данные численности населения (N_n) и ввода в эксплуатацию жилья (S_n), используемые для моделирования и пространственного анализа в ГИС, собраны в табл. 1.

Таблица 1. Результаты прогнозирования численности населения и объема ввода в эксплуатацию на 2024-2029 гг.

Год	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Численность населения N_n , чел.	1 425 740	1 504 732	1 586 909	1 672 272	1 760 819	1 852 552
Ввод в эксплуатацию жилья S_n , тыс. кв.м	2 850	2 944	3 036	3 128	3 218	3 308
<i>Примечание – составлено авторами</i>						

По итогам моделирования и пространственного анализа была сформирована таблица с атрибутами (табл. 2), которая легла в основу модели прогнозирования плотности населения (рис. 5).

Таблица 2. Атрибуты для моделирования прогноза плотности населения

Площадь полигона S_m , м ²	Сумма площадей полигонов ΣS_m , м ²	Весовой коэффициент полигона γ_m	Прогноз. прирост площади к полигону S_{mnf} , кв.м	Прогноз. площадь полигона на период S_{mf} , кв.м	Сумма прогноз. площадей полигонов на период ΣS_{mf} , кв.м	Весовой коэф. полигона по спрогноз. площади γ_{mf}	Прогноз. приближ. плотности населения N_{mnf} , чел
<i>Примечание – составлено авторами</i>							

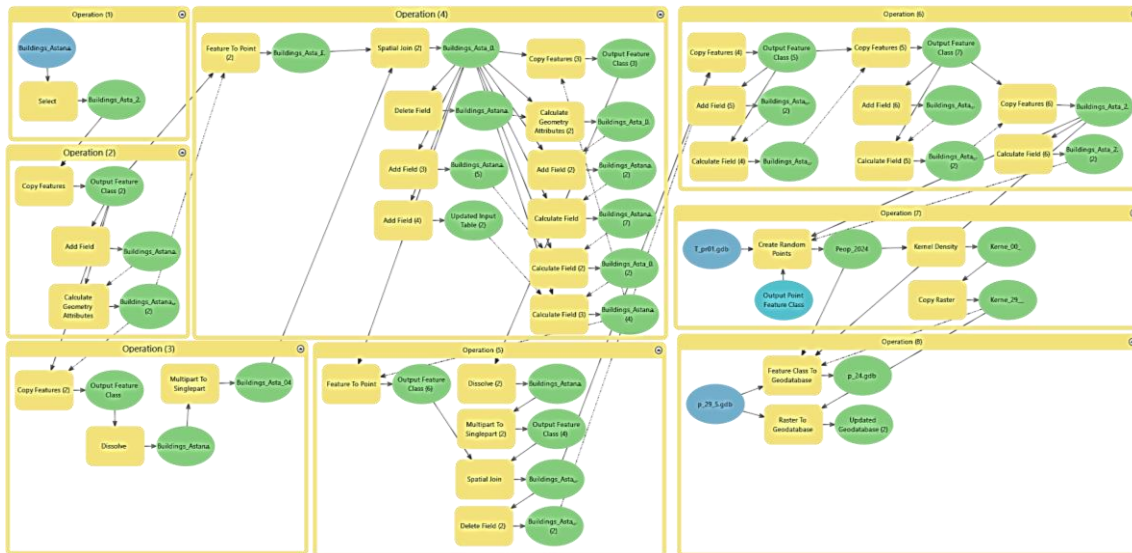


Рисунок 5. Модель прогнозирования плотности населения

Примечание – составлено авторами

Модель включает 8 операций:

1. Выборка жилых зданий из общего объема зданий.
2. Создание поля в таблице атрибутов и расчет значения площади полигонов жилых зданий (S_m).
3. Создание поля в таблице атрибутов и расчет значения суммы площадей всех полигонов жилых зданий (ΣS_m).
4. Создание полей в таблице атрибутов и расчет значений:
 - 4.1 весового коэффициента полигонов жилых зданий, взятого по площади полигона (γ_m);
 - 4.2 прогнозируемого прироста площади полигона на требуемый период (S_{mnf});
 - 4.3 прогнозируемой площади полигона на требуемый период (S_{mf}).
5. Создание полей в таблице атрибутов и расчет значений:
 - 5.1 суммы прогнозируемых площадей полигонов на требуемый период (ΣS_{mf});
 - 5.2 весового коэффициента полигонов жилых зданий, взятого по прогнозируемой площади полигона на требуемый период (γ_{mf}).
6. Создание поля в таблице атрибутов и расчет значения прогнозируемой приближенной плотности населения на требуемый период (N_{mnf}).
7. Создание растровой карты распределения прогнозируемой приближенной плотности населения на требуемый период.
8. Импорт векторных и растровых данных в единую базу геоданных.

На рис. 6 показаны результаты репрезентации пространственных данных прогнозируемой плотности населения в г. Астана на период 2024-2029 гг.

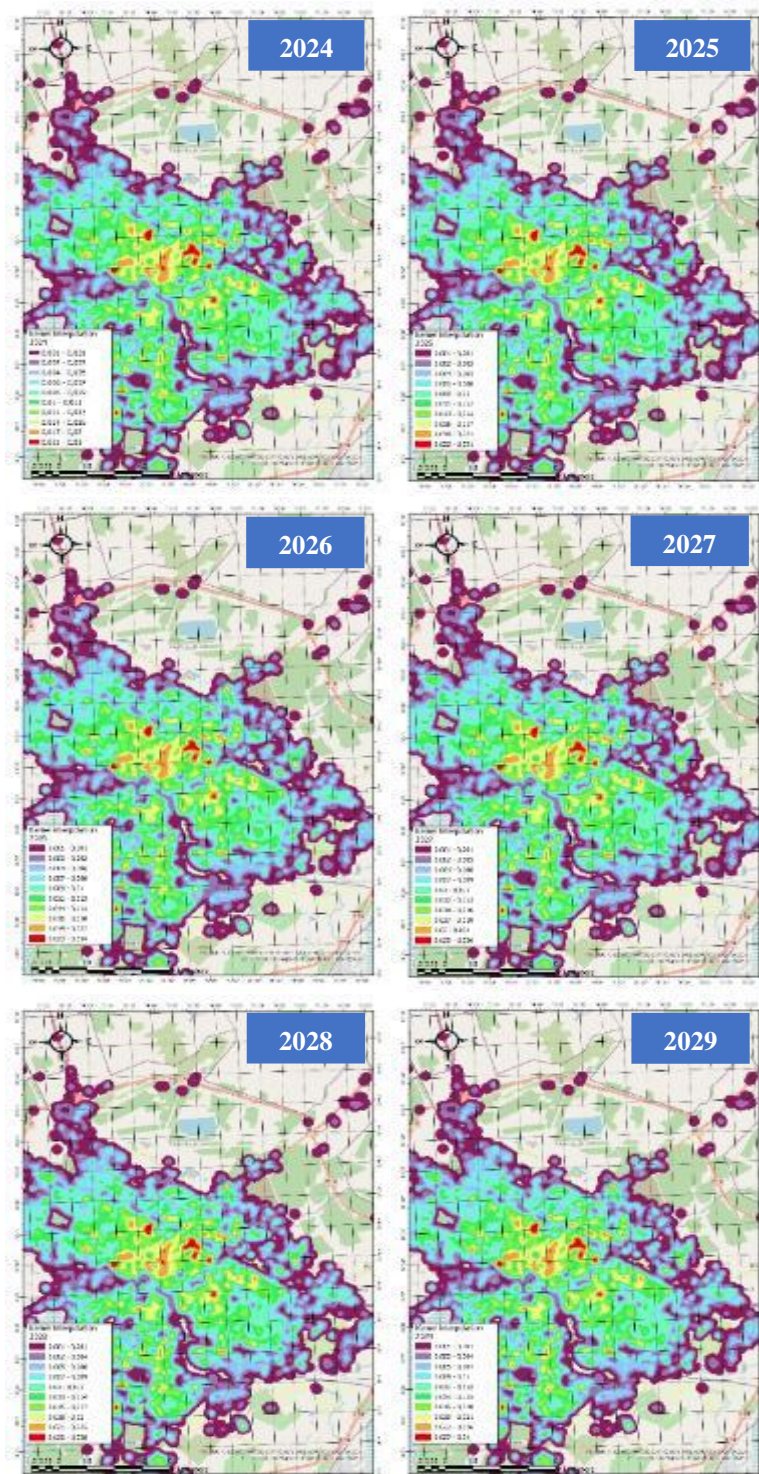


Рисунок 6. Карты прогнозируемой плотности населения на 2024-2029 гг.

Примечание – составлено авторами

На смоделированных картах плотности населения градация плотности идет от красного (самая высокая плотность) к фиолетовому (самая низкая плотность). Легенда отображает значения количества человек на 1 пиксель, где за пиксель принят участок 50x50 метров.

Таким образом, минимальная приближенная плотность $N_{mnf} = 0,001$ означает, что на площадь в 250 кв. м приходится 2,5 человека, а при максимальной приближенной плотности $N_{mnf} = 0,03$ – 75 человек.

Как видно, на окраинах города самая низкая плотность, а самая высокая плотность наблюдается в районе Байконур, также имеются небольшие участки с повышенной плотностью в районах Алматы и Нура. Стоит отметить, что локализация участков с повышенной плотностью не изменяется в течение рассматриваемого периода. На первый взгляд на картах динамика изменения плотности не ярко выражена. Однако, если рассматривать отдельные районы, то можно заметить некоторые изменения. На рис. 7 показано сравнение построенных карт приближенной плотности за 2024 и за 2029 годы на участке с максимальными значениями.

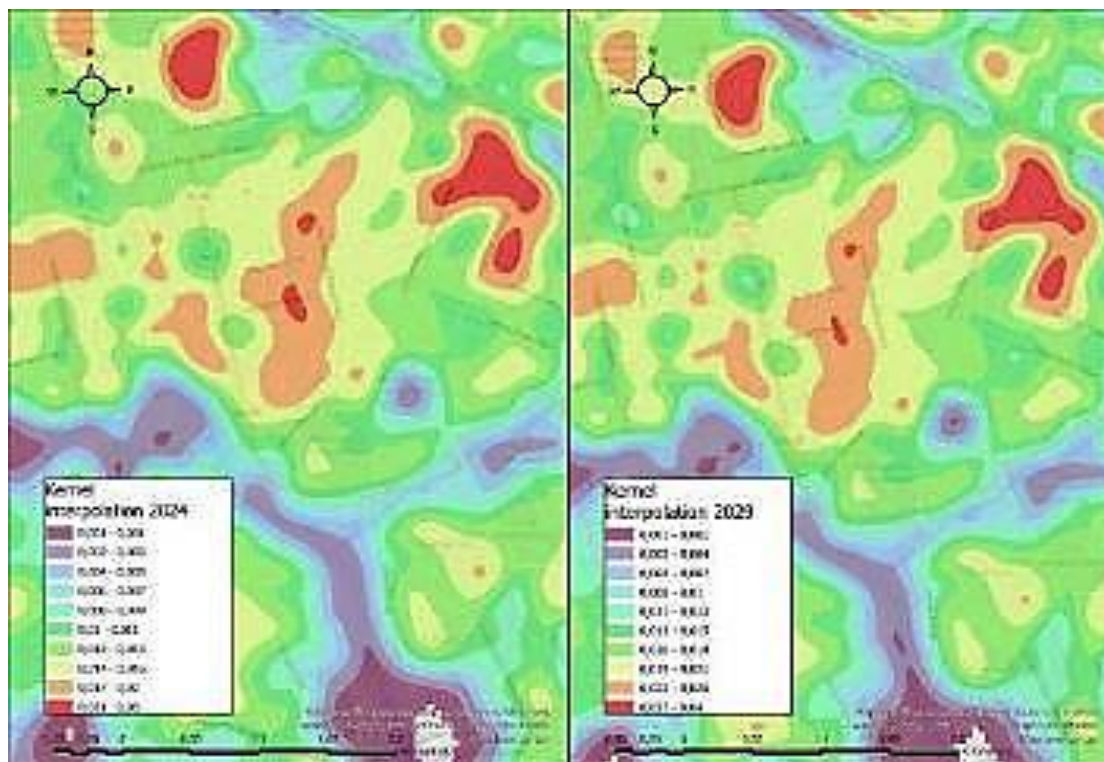


Рисунок 7. Сравнение прогнозируемой приближенной плотности населения на 2024 (слева) и 2029 (справа) годы

Примечание – составлено авторами

На картах наблюдается некоторое снижение плотности по отдельным зонам: красные, оранжевые и светло-зеленые участки уменьшаются, а зеленые и фиолетовые участки увеличиваются, но в общем локализация повышенной плотности сохраняется.

Заключение. В рамках данного исследования было выявлено, что общедоступные данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан позволяют спрогнозировать такие метрики, как численность населения и площадь ввода в эксплуатацию жилья, которые могут лечь в основу модели прогнозирования плотности населения. Полученная модель прогнозирования показала, что в период 2024-2026 гг. районом с самой высокой плотностью является Байконур. Эти данные необходимо учесть при дальнейшем

планировании реновации аварийного и ветхого жилья как приоритетные локации. Недостатком полученной модели можно отметить, что в она основывается на данные о занимаемой площади на карте полигонами жилых зданий. Это связано с тем, что в общем доступе отсутствует информация об общей площади отдельно для каждого конкретного жилого дома. Таким образом, предлагаемая модель может быть доработана путем добавления в таблицу атрибутов данных об этажности и количестве блок-секций по каждому жилому зданию либо данных об общей площади здания на каждом полигоне. Кроме этого, существенно бы улучшило модель наличие данных о фактическом количестве проживающих людей в каждом здании.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Выражается благодарность ТОО «Solid Research Group» за предоставление возможности пользования лицензионным ПО ArcGIS.

Список литературы

- Foroughi, S., & Rasol, M. A. (2016). Housing renovation priority in the fabric texture of the city using the analytic hierarchy model (AHP) and geographic information system (GIS): A case study of Zanjan City, Iran. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 19(2), 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.05.001>
- Kah, E., & Alain, T. S. (2021). GIS Application and Architectural Design for the Assessment of Urban Infrastructural Renovation: Case of the Nsam Market in the Yaounde III Municipality, Cameroon. *Journal of Geographic Information System*, 13(04), 369–394. <https://doi.org/10.4236/jgis.2021.134021>
- KAZAKHSTAN TODAY. (2024). Вместо зеленых палисадников - многоэтажные общежития: жители одного из районов Алматы выступили против его реновации. https://www.kt.kz/rus/society/vmesto_zelenyh_palisadnikov_-_mnogoetazhnye_obschezhiya_1377966161.html
- Morckel, V. C. (2017). Using suitability analysis to prioritize demolitions in a legacy city. *Urban Geography*, 38(1), 90–111. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1147756>
- Omidipour, M., Jelokhani-Niaraki, M., Moeinmehr, A., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S.-M. (2019). A GIS-based decision support system for facilitating participatory urban renewal process. *Land Use Policy*, 88, 104150. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104150>
- OpenStreetMap. (2024). <https://www.openstreetmap.org/#map=11/51.1402/71.4482>
- QazStat. (2024). Summary of the socio-economic development of the region. <https://stat.gov.kz/en/region/astana/>
- UN-HABITAT. (2014). A New Strategy of Sustainable Neighbourhood Planning: Five principles - Urban Planning. <https://unhabitat.org/five-principles-of-neighbourhood-design>
- Wang, M., & Yang, J. (2022). Sustainable Renewal of Historical Urban Areas: A Demand–Potential–Constraint Model for Identifying the Renewal Type of Residential Buildings. *Buildings*, 12(8), 1210. <https://doi.org/10.3390/buildings12081210>
- Zhussupov, T. V., Aniskin, A., Uteпов, Ye. B., & Bazarbayev, D. O. (2022). Defining the criteria for the dilapidated state of buildings. *Bulletin of Kazakh Leading Academy of Architecture and Construction*, 86(4), 172–180. <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2022.4-17>
- Адамбусинова, З., Садуакасова, А., & Малайсарова, А. (2020). Проект «Реновация». Социологический компонент. <https://urbanforum.kz/renovation-social>
- Ахметов, Е. (2024, December 10). Программа реновации в Костаная: сносом старых домов и рынка недовольна часть горожан. https://baigenews.kz/programma-renovatsii-v-kostanae-snosom-staryh-domov-i-rynka-nedovolna-chast-gorozhan_300003316/
- Ахметов, К. (2022). О принятии Программы реновации жилищного фонда города Костаная на 2022–2025 годы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G22NA00143A>
- Файса, Б. (2023). Программа реновации жилищного фонда города Кокшетау до 2026 года. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G23BA04591A>
- Фролова, А. (2023, February 8). Жители Шымкента выступают против реновации и сноса своих домов. <https://orda.kz/zhiteli-shymkenta-vystupayut-protiv-renovaczii-i-snosa-svoih-domov/>
- Захарова, М. (2023, October 10). Астана устарела, вместо нее появится абсолютно новый город. <https://365info.kz/2023/10/astana-ustarela-vmesto-nee-poyavitsya-absolyutno-novyj-gorod>

- Нурсагатов, Н. (2023). Программа реновации жилищного фонда города Семей на 2023-2025 годы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G23FA00529A>
- Омар, Ж. (2024). Программа реновации жилищного фонда города Усть-Каменогорска на 2024-2029 годы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G24VA01638A>
- Темирханов, Е. (2022). Программа реновации жилищного фонда в городе Сарани и поселке Актас. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G22KG02103A>
- Сагинтаев, Б. (2021). Программа реновации жилищного фонда в городе Алматы на 2021-2025 годы. <https://gkhs.kz/wordpress-my/wp-content/uploads/2021/04/programma-renovaczii-zhilishhnogo-fonda-v-gorode-almaty-na-2021-2025-gody.pdf>
- Сарсембаева, Б. (2023). Лишили права голоса: алматинцы недовольны новыми нормами программы реновации жилья. <https://vecher.kz/ru/article/lishili-prava-golosa-almatinsy-nedovolny-novymi-normami-programmyrenovasiijilia.html>
- Смаилов, А. (2022). Концепция развития жилищно-коммунальной инфраструктуры на 2023 – 2029 годы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000736>
- Смаилов, А. (2023). Программа реновации аварийных и модернизации жилых домов города Астаны. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300001225>
- Сыздықбеков, Ф. (2024). Программа реновации жилищного фонда в городе Шымкент. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G24E005221A>
- Таурбеков, О. (2022). Программа реновации жилищного фонда в городе Темиртау и поселке Актау. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G22KC00677A>
- Телгараев, Т. (2022). Программы реновации жилищного фонда Толембийского района. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G22UM00609A>
- Тналиев, У. (2024). Программа реновации жилищного фонда города Актау на 2023-2029 годы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/G24MA11078A>
- Турар, А. (2024, April 8). Жители Кокшетау показали жизнь в трущобах. https://baigenews.kz/zhiteli-kokshetau-pokazali-zhizn-v-truschobah-akim-poobeschal-ih-pereselit_173760/

Information about authors

Zhussupov Timur Victorovich – Master of Technical Sciences, PhD Student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: timurvictorovich@gmail.com, ORCID:0000-0002-7840-3550, +7 771 020 3216

Uteпов Yelbek Bakhitovich – PhD, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: uteпов-elbek@mail.ru, ORCID:0000-0001-6723-175X, +7 700 210 1733

Aniskin Aleksej – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, University North, Varaždin, Croatia, E-mail: aaniskin@unin.hr, ORCID:0000-0002-9941-1947, +385 92 304 9406

Aldungarova Aliya Kairatovna – PhD, Associate Professor, Agrotechnical Institute named after. S. Sadvakasov, Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan, E-mail: liya_1479@mail.ru, ORCID:0000-0002-9248-7180, +7 701 570 4381

Karaulov Sabit Altynbekovich – Junior Researcher, «Solid Research Group» LLP, Astana Kazakhstan, E-mail: karaulovsabit1997@gmail.com, ORCID:0009-0006-0471-2808, +7 700 383 0734
