УДК 699.841:711.4

Амангелди Н.
учащийся
Назарбаев Интеллектуальная школа физико-математического направления
Казахстан, г. Шымкент
Куракбай М.
ментор образовательной программы ADMIT
Институт науки и технологий Кванджу (GIST)
Южная Корея

СКОЛЬКО ГОРОЖАН КАЗАХСТАНА ЖИВЁТ В СЕЙСМООПАСНЫХ ГОРОДАХ: НАСЕЛЕНИЕ 32 ГОРОДСКИХ ЦЕНТРОВ ПО УРОВНЮ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Аннотация: Сейсмический риск городов обычно оценивают по площади застройки, но в землетрясении страдают люди, а плотность населения в городах разная. Цель статьи – оценить, сколько жителей городских центров Казахстана живёт в местах повышенной сейсмической опасности и меняется ли картина риска, если считать не гектары, а людей. Метод: для 32 городских центров по базе данных городских центров Еврокомиссии (GHS-UCDB) взяты население 2025 года и площадь застройки, по спутниковому продукту GHS-AGE – доля застройки, появившейся до 1980 года, а по глобальной карте сейсмической опасности GEM – пиковое ускорение грунта. В девяти центрах с ускорением 0,15 g и выше живут 4,08 млн человек, 44,4% населения всех 32 центров, хотя на них приходится 37,4% площади застройки: эти города в среднем плотнее (60 человек на гектар против 47 в несейсмичных). Если взвесить риск по населению, доля Алматы растёт с 61% до 74%, а на три

первых города приходится 87,5%. По грубой оценке, около 1,6 млн жителей сейсмоопасных центров живут в застройке, появившейся до первых сейсмических норм 1982 года. Сделан вывод, что подсчёт по людям усиливает вывод о сосредоточении сейсмического риска в Алматы.

Ключевые слова: сейсмический риск, население, плотность застройки, городские центры, Алматы, Шымкент, Казахстан.

Amangeldy N.
student
Nazarbayev Intellectual School of Physics and Mathematics
Kazakhstan, Shymkent
Kurakbay M.
mentor, ADMIT education programme
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)
South Korea

HOW MANY URBAN RESIDENTS OF KAZAKHSTAN LIVE IN SEISMICALLY HAZARDOUS CITIES: THE POPULATION OF 32 URBAN CENTRES BY LEVEL OF SEISMIC HAZARD

Abstract: The seismic risk of cities is usually assessed by built-up area, but earthquakes harm people, and population density differs between cities. The aim of this article is to estimate how many residents of Kazakhstan's urban centres live in places of elevated seismic hazard and whether the picture of risk changes if people rather than hectares are counted. Method: for 32 urban centres, the 2025 population and built-up area were taken from the European Commission's Urban Centre Database (GHS-UCDB), the share of built-up area that appeared before 1980 from the GHS-AGE satellite product, and peak ground acceleration from the GEM global seismic hazard map. The nine centres

with an acceleration of 0.15 g or more are home to 4.08 million people, 44.4% of the population of all 32 centres, although they hold 37.4% of the built-up area: these cities are denser on average (60 people per hectare against 47 in aseismic centres). When risk is weighted by population, Almaty's share rises from 61% to 74%, and the top three cities account for 87.5%. As a rough estimate, about 1.6 million residents of the hazardous centres live in built-up areas that appeared before the first seismic code of 1982. Counting people strengthens the conclusion that Kazakhstan's urban seismic risk is concentrated in Almaty.

Keywords: seismic risk, population, built-up density, urban centres, Almaty, Shymkent, Kazakhstan.

Введение

Первый автор живёт в Шымкенте и ни разу не чувствовал землетрясения, хотя старшие в семье рассказывают, что раньше трясло часто. В районе, где живут его дедушка и бабушка, который так и называется – Старый город, частные дома сносят и строят на их месте жилые комплексы, а рядом со школой стоит жилой комплекс с заметными трещинами на стенах. Это и привело его к теме сейсмической опасности.

В предыдущей работе первого автора по открытым спутниковым данным было показано, что 47,9% площади застройки 32 городских центров Казахстана появилось до 1980 года, то есть до первых современных сейсмических норм, вступивших в силу в 1982 году, и что риск, измеренный как площадь старой застройки, умноженная на сейсмическую опасность, сосредоточен в нескольких городах: на Алматы приходится 61% этого показателя по стране [1]. Но площадь застройки – не то же самое, что число людей: в одном городе на гектаре живут десятки человек, в другом вдвое больше. Глобальные модели сейсмического риска поэтому учитывают не только здания, но и население [5].

В настоящей статье по тем же данным рассматривается вопрос: сколько жителей городских центров Казахстана живёт в местах повышенной сейсмической опасности и меняется ли картина риска, если считать не гектары, а людей?

Методы

Единица анализа – 32 городских центра Казахстана по базе данных городских центров Еврокомиссии GHS-UCDB R2024A [2]. Для каждого центра из базы взяты население 2025 года, площадь застройки и разбивка населения по классам макросейсмической интенсивности. Доля застройки, появившейся до 1980 года, рассчитана по спутниковому продукту GHS-AGE R2025A с разрешением 100 м [3], а сейсмическая опасность – как среднее по территории центра пиковое ускорение грунта с вероятностью превышения 10% за 50 лет по глобальной карте GEM 2023 года [4]. Это те же данные, что в предыдущей работе автора [1].

Центры разделены на три группы по пиковому ускорению: 0,15 g и выше (повышенная опасность), от 0,05 до 0,15 g и ниже 0,05 g (практически несейсмичные). Для каждой группы рассчитаны население, его доля, площадь застройки и плотность – число жителей на гектар застройки.

Чтобы сравнить вклад городов в риск с учётом людей, рассчитан показатель «население × доля застройки до 1980 года × пиковое ускорение». Он отличается от показателя предыдущей работы («площадь застройки до 1980 года × пиковое ускорение») только тем, что вместо гектаров используются жители. Число жителей старой застройки оценено грубо – как население центра, умноженное на долю застройки до 1980 года, то есть в предположении, что люди распределены по застройке разного возраста равномерно. Это не оценка потерь, а способ сравнить города между собой.

Результаты

В 32 городских центрах живут 9,19 млн человек. В девяти центрах с пиковым ускорением 0,15 g и выше – Алматы, Шымкенте, Талдыкоргане, Есике, Жаркенте, Жетысае, Сайраме, Сарыагаше и Аксукенте – живут 4,08 млн человек, или 44,4% (таблица 1). На эти же центры приходится 37,4% площади застройки, то есть доля жителей в опасной зоне выше доли застройки. Причина в плотности: в среднем в сейсмоопасных центрах на гектар застройки приходится 60,3 жителя, в несейсмичных – 46,7. Эта разница создаётся двумя крупнейшими городами юга, Алматы (76,4 человека на гектар) и Шымкентом (57,4); в остальных семи сейсмоопасных центрах она от 22 до 47 человек на гектар, и по всем 32 центрам связи между опасностью и плотностью нет (коэффициент Спирмена –0,20, p = 0,26).

Опасность	**Центров**	**Жители, млн**	**Жители, %**	**Площадь, %**	**Чел. на га**	**До 1980 г., %**
0,15 g и выше	9	4,08	44,4	37,4	60,3	37,3
0,05–0,15 g	1	0,23	2,6	4,8	27,1	56,2
ниже 0,05 g	22	4,88	53,1	57,8	46,7	54,1

Таблица 1 – Население и застройка 32 городских центров Казахстана по уровню сейсмической опасности: доля в населении и площади застройки 32 центров, плотность и доля застройки, появившейся до 1980 года (расчёт авторов по данным GHS-UCDB, GHS-AGE и GEM [2–4])

По классам макросейсмической интенсивности базы GHS-UCDB картина та же: в зонах интенсивности 7 и 8 баллов живут 2,57 млн человек, 28% населения городских центров. Из них в зоне 8 баллов – 1,28 млн: 1,22 млн жителей Алматы и все 54 тыс. жителей Есика.

Если взвесить риск по населению, его сосредоточение усиливается (таблица 2). Доля Алматы растёт с 61% при подсчёте по площади [1] до 74,2%, а на три первых города приходится 87,5% против 79,1%. Шымкент остаётся вторым (10,7%), а Талдыкорган при подсчёте по людям почти сравнивается с Таразом и формально выходит на третье место: в Таразе много старой застройки, но она редко населена (27 человек на гектар).

Город	Население, тыс.	Жителей на гектар	Застройка до 1980 г., %	Пиковое ускорение, g	Доля в риске по населению, %
Алматы	2 316	76,4	43,8	0,399	74,2
Шымкент	1 240	57,4	28,5	0,165	10,7
Талдыкорган	146	40,6	43,2	0,223	2,6
Тараз	235	27,1	56,2	0,106	2,6
Есик	54	38,2	40,8	0,437	1,8
Жаркент	54	32,2	58,5	0,250	1,5

Таблица 2 – Шесть городских центров с наибольшей долей в сейсмическом риске при подсчёте по населению (расчёт авторов по данным [2–4])

По грубой оценке, в застройке, появившейся до 1980 года, в девяти сейсмоопасных центрах живут около 1,57 млн человек, из них около 1,01 млн – в Алматы и около 0,35 млн – в Шымкенте.

Обсуждение

Подсчёт по людям не меняет главного вывода предыдущей работы, а усиливает его: сейсмический риск городов Казахстана сосредоточен прежде всего в Алматы [1]. Причина в том, что Алматы одновременно самый населённый, один из самых плотных и самый сейсмоопасный из крупных городов страны. Почти каждый второй житель городских центров Казахстана живёт в зоне повышенной опасности, хотя такие центры занимают немногим больше трети городской застройки.

Для Шымкента картина двойственная. Город второй по вкладу в риск при любом способе подсчёта, но доля старой застройки в нём ниже средней, потому что значительная часть города построена после 2005 года [1]. Поэтому главный вопрос для Шымкента – не только старые дома, но и качество нового строительства, которое при росте города определит его будущую уязвимость.

Ограничения работы: население известно только для центра в целом, поэтому предположение о равномерном распределении жителей по застройке разного возраста грубое – в старых районах может жить и больше, и меньше людей; спутник показывает год появления застройки, а

не тип и прочность зданий; опасность взята как одно среднее значение на город. Поэтому числа жителей старой застройки следует понимать как порядок величины, а не точную оценку.

Заключение

Из 9,19 млн жителей 32 городских центров Казахстана 4,08 млн (44,4%) живут в девяти центрах с пиковым ускорением грунта 0,15 g и выше, хотя на них приходится 37,4% городской застройки. При подсчёте сейсмического риска по людям, а не по площади, доля Алматы растёт с 61% до 74%, а три первых города дают 87,5% риска. По грубой оценке, около 1,6 млн жителей сейсмоопасных центров живут в застройке, появившейся до первых сейсмических норм. Для дальнейшей работы нужны данные о населении по районам городов, чтобы проверить, где именно внутри Алматы и Шымкента сосредоточены люди в старой застройке.

Вклад авторов и использование ИИ. Данные взяты из предыдущей работы Н. Амангелди [1]; вступительный абзац написан по его рассказу. Он самостоятельно сверил с опубликованной работой площадь застройки, долю старой застройки, сейсмическую опасность и население Алматы и Шымкента и вручную пересчитал плотность населения Алматы. М. Куракбай (ментор образовательной программы ADMIT) выполнил расчёты и подготовил текст статьи с помощью ИИ-ассистента (Claude). Оба автора прочитали статью и согласны с ней.

Использованные источники:

1. Amangeldy N. How much of Kazakhstan's urban built stock predates its seismic codes, and where does that stock sit relative to hazard? // Central Asian Scientific Journal. 2026. № 4(32), Том 1. С. 477–482. URL: https://cajournal.kz/issue.php?id=45 (дата обращения: 27.10.2026).

2. Florczyk A.J., Corbane C., Ehrlich D. et al. GHS Urban Centre Database, multitemporal and multidimensional attributes. European Commission, Joint Research Centre, 2024. URL: https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/ghs-ucdb (дата обращения: 27.10.2026).

3. Uhl J.H., Politis P., Pesaresi M. GHS-AGE: Global gridded estimates of the dominant age of the built stock (1975-2020). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2025. JRC141711. DOI: 10.2760/6443992.

4. Johnson K., Villani M., Bayliss K. et al. Global Seismic Hazard Map (version 2023.1.0) [Набор данных]. Zenodo, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.8409647.

5. Silva V., Amo-Oduro D., Calderon A. et al. Development of a global seismic risk model // Earthquake Spectra. 2020. Vol. 36, № 1_suppl. P. 372–394. DOI: 10.1177/8755293019899953.