

## Earthquakes and measures to mitigate their impact

Kh.M. Nurmatov<sup>1</sup><sup>a</sup>, B.Ye. Medeshev<sup>1</sup><sup>b</sup>, M.M. Botirova<sup>1</sup><sup>c</sup>

<sup>1</sup>Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article presents the causes of earthquakes in seismically active areas and the struggle to increase the stability of building structures, as well as foreign experience in earthquake forecasting.  
Keywords: earthquake, tectonic plates, seismic waves, seismic stability, epicenter, energy, monolith, forecast.

## Землетрясения и меры по ослаблению их воздействия

Нурматов Х.М. <sup>1</sup><sup>a</sup>, Медешев Б.Е. <sup>1</sup><sup>b</sup>, Ботирова М.М. <sup>1</sup><sup>c</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В данной статье представлены причины возникновения землетрясений в сейсмически активных районах и борьба за повышение устойчивости строительных конструкций, а также зарубежный опыт прогнозирования землетрясений.  
Ключевые слова: землетрясение, тектонических плит, сейсмических волн сейсмоустойчивость, эпицентр, энергия, монолит, прогноз.

### 1. Введение

Землетрясение — одно из самых опасных явлений природы для человека. По своим разрушительным последствиям землетрясения не имеют себе равных среди стихийных бедствий. Проблема в том, что предсказывать его довольно сложно, поэтому редко удается заранее к нему подготовиться.

Ученые всего мира работают над тем, чтобы ослабить последствия этого страшного бедствия прежде всего тем, чтобы заранее предупредить население (особенно крупных городов) о приближении землетрясения. В настоящее время достаточно точно определены те районы, где в будущем произойдут землетрясения. Согласно теории тектонических плит, это те районы, которые расположены вблизи границ этих плит [1-3]. Однако, несмотря на успехи науки в этой области, пока не удалось найти метода достаточно точного определения времени начала землетрясения. Огромную роль в защите городов и его населения в сейсмически опасных районах играет разработка методов строительства сейсмоустойчивых зданий и сооружений с внимательным учетом особенностей того или иного района.

Вся поверхность земного шара делится на несколько огромных частей земной коры, которые называются тектоническими плитами. Это следующие плиты: северо-американская, евроазиатская, африканская, южно-американская, тихоокеанская, атлантическая. Тектонические плиты находятся в непрерывном движении. Согласно теории тектонических плит, землетрясения являются результатом столкновения этих плит и сопровождаются изменениями поверхности

земли в виде складок, трещин и т. п., которые могут простираться на большое расстояние (до нескольких тысяч километров).

Районы, расположенные вблизи границ тектонических плит, в наибольшей степени подвержены землетрясениям. Одной из главных характеристик землетрясения является его энергия. Энергия сейсмических волн (или магнитуда) может составлять от нескольких милливатт-час до сотен тысяч миллионов киловатт-час (или  $10^{20}$ ).

### 2. Методология

Единственно возможная защита от землетрясений заключается в противосейсмическом строительстве, которое помимо специальных устройств, обеспечивающих гашение энергии толчков, предполагает высокое качество строительства, с использованием только высококачественных и добротных материалов [4].

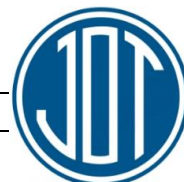
Сейсмоустойчивость необходима прежде всего тем строениям, которые подвергаются толчкам в 7-9 баллов (по шкале MSK). При силе толчка менее 7 баллов в противосейсмической защите нет необходимости, если соблюдаются общие правила строительства. При силе толчков свыше 9 баллов меры противосейсмической защиты уже недостаточны.

В непосредственной близости к эпицентру землетрясения на поверхности земли преобладают вертикальные перемещения, по мере удаления от эпицентра горизонтальные. Для борьбы с горизонтальными перемещениями, которые являются наиболее опасными для строительных конструкций, следует придерживаться нескольких общих правил

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0009-0001-2736-0175>

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0009-0000-9912-7578>

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0009-0006-8542-003X>



строительства, которые заключаются в следующем. Прежде всего важен выбор формы сооружения. Наиболее сильным разрушениям подвергаются здания, имеющие неправильную форму. Симметричность формы здания обеспечивает наилучшее распределение нагрузки на каркас и другие его элементы [5].

Элементы конструкции должны быть связаны в единый прочный монолит, как правило, с помощью стальной арматуры, где не должно быть слабых точек.

Проблема защиты зданий от землетрясений особенно остро стоит в городах с большим населением, и особенно в тех из них, где ранее происходили землетрясения (Ташкент 1966 г. и др.) и где они вероятны в будущем.

Особенно остро проблема сейсмоустойчивости строительства развивающихся странах, где темпы роста численности городского населения велики, города разрастаются бесконтрольно, методы строительства несовершенны, осведомленность об опасности землетрясений низка.

По географическому положению около 40% этих городов лежит в районах сейсмической опасности, или на расстоянии 200 км от границ тектонических плит, или вблизи эпицентров землетрясений в прошлом [6].

Землетрясение несет в себе опасность разрушения зданий, сооружений и объектов, которые связаны с производством, хранением, использованием токсичных веществ. Зачастую тот ущерб, который может быть вызван утечкой этих веществ, представляет гораздо большую опасность, чем разрушения.

### 3. Результаты

Ежегодно на Земле происходят сотни тысяч землетрясений, но их амплитуда настолько незначительная, что они остаются незамеченными. Сильные же толчки чреваты серьезными разрушениями.

Вопрос о предсказании землетрясений является очень актуальным. Прогноз землетрясений – сложная научная проблема и благородная цель сейсмологии. Точно предсказать время возникновения очередных сейсмических толчков, а тем более предотвратить их, к сожалению, невозможно. Точность прогноза опасного для человека явления приравнивается практически к нулю. Однако разрушения и число человеческих жертв могут быть уменьшены путем проведения в сейсмоактивных районах разумной и долговременной государственной политики, основанной на повышении уровня осведомленности населения об угрозе землетрясений и умении противостоять подземной стихии. Трудности в отношении прогноза времени землетрясения огромны. До сих пор не разработаны принципиальные возможности и конкретные способы предвидения землетрясений в любой части сейсмически опасного региона с заданной точностью места и интенсивности в заданный отрезок времени.

Но сегодня, увы, ученые способны предсказывать сейсмokatastroфы за срок от нескольких месяцев до нескольких лет, но не могут дать точный краткосрочный прогноз. Специалисты признают, что хотя известно уже более 600 предвестников землетрясений, они не гарантируют точность прогноза подземного удара. Уверенно указать место, время, мощность катаклизма не

удается [7-8].

Над этим вопросом работают ученые всего мира, но до сих пор не существует такого метода, который позволил бы указать точную дату начала землетрясения. Ученые могут с большой степенью точности указать те районы, где произойдут землетрясения. Это, как правило, районы, близко расположенные от границ тектонических плит и где в прошлом часто происходили землетрясения. В природе существует ряд признаков, свидетельствующих о приближении землетрясения. Так, установлено, что за несколько дней до сильного землетрясения происходит серия слабых толчков. Но, с другой стороны, такая серия слабых толчков вовсе не означает, что обязательно произойдет землетрясение.

Считалось, что система предсказания землетрясений в Китае, построенная на основе широко организованного наблюдения за признаками, в том числе за поведением животных (кур, золотых рыбок и т. п.), является наиболее совершенной [9]. Достоверно засвидетельствовано, что многим сильным землетрясениям предшествует необъяснимое беспокойство животных на значительной территории. Такое наблюдалось, например, при Крымских землетрясениях 1927 года, перед Ашхабадским землетрясением. Современные сейсмические станции снабжены аквариумами со специальными рыбками, которые за семь-восемь часов до землетрясения начинают интенсивное движение в аквариуме, предчувствуя беду. Многие животные также обладают подобными свойствами [13]. Согласно этой системе каждому человеку, проживающему в сельской местности, вменялось в обязанности докладывать о наличии тех или иных признаков своему местному административному руководству, которое в свою очередь передавало эту информацию в вышестоящую инстанцию.

Узбекские учёные также предложили свои методы. Это содержание радона в подземных водах. Радон – это радиоактивный газ, присутствующий в грунтовых водах и в воде скважин. Он постоянно выделяется из Земли в атмосферу. Изменения содержания радона перед землетрясением впервые были замечены в Советском Союзе, где десятилетнее возрастание количества радона, растворенного в воде глубоких скважин, сменилось резким его падением перед Ташкентским землетрясением 1966 года. Появляются они как непосредственно перед толчками, но иногда могут происходить и за несколько суток.

Новый метод предсказания землетрясений предложен профессорами Афинского университета Варотросом, Алексопулосом, Номикосом и носит название «ВАН» (по начальным буквам фамилий авторов). По утверждению этих ученых, они могут предсказать время начала землетрясения с точностью от нескольких дней до нескольких часов, определить его магнитуду и местоположение его эпицентра. Перед началом землетрясения в земной коре возникают электрические импульсы, которые фиксируются согласно предложенному методу при помощи двух электродов, расположенных в земле удаленных один от другого на расстояние в несколько десятков метров [10].

Наиболее серьезное неудобство данного метода заключается в том, что вся территория страны должна быть опоясана целой сетью проводов с присоединенными к ним электродами. Эффективность



данного метода увеличится, если сеть будет развернута в случае предварительной регистрации серии слабых толчков или других признаков надвигающегося землетрясения.

Таким образом, незадолго до землетрясения при перемещении тектонических плит и их столкновении в земной коре индуцируются электромагнитные волны, которые могут быть зафиксированы приборами.

Тем не менее сейсмологам не удалось точно установить по этим признакам время начала землетрясения [11-12].

Наблюдения показывают, если в тех районах, которые подвержены землетрясениям, на протяжении долгого периода времени их не было, то возможное землетрясение будет очень сильным.

#### 4. Заключение

За всю историю существования человечества было сделано множество попыток прогноза землетрясений, но так и не было найдено точного решения этой проблемы. Распределение предвестников землетрясения мозаично. Связь с землетрясением какого либо геофизического параметра до сих пор не установлена.

Проблема прогноза не вышла за рамки научного поиска, остаются нерешенными все основные ее составляющие. Таким образом, при всем обилии проведенных и проанализированных наблюдений, место, время и магнитуда будущих разрушительных землетрясений, даже в неплохо изученных регионах, по-прежнему оказывается неожиданным. Каковы бы ни были перспективы прогноза или контроля, очевидно, что число жертв при землетрясениях и экономические потери могут быть существенно уменьшены, если специалисты направят свою изобретательность и труд в первую очередь на разработку более надежных строительных нормативов и создание более совершенных строительных конструкций. Каждое землетрясение – это и урок, и экзамен. И не только для сейсмологов, специализирующихся и, может быть, наиболее способных учеников по классу землетрясений в Школе Природы, но и для проектировщиков, землеустроителей и экономистов.

#### Использованная литература / References

- [1] Михаил Родкин, Прогноз землетрясений: крушение надежд? // Наука и жизнь.// 2017. № 2.
- [2] Батыр Карыев, Катастрофы в природе: землетрясения - Ridero. ridero.ru. 2018 года.
- [3] Sato, H. Precursory Land Tilt prior to the Tonankai Earthquake of 1944 // Some Precursors prior to Recent Great Earthquakes along the Nankai Trough (англ.). - 1977.
- [4] Mogi, K. Temporal variation of crustal deformation during the days preceding a thrust-type great earthquake--

The 1944 Tonankai earthquake of magnitude 8.1 (англ.) // Pure and Applied Geophysics : journal. - 1984.

[5] Roeloffs, E. et al. Water level and strain changes preceding and following the August 4, 1985 Kettleman Hills, California, earthquake (англ.) // Pure and Applied Geophysics : journal. - 1997.

[6] Tsunogai, U. Wakita, H. Precursory chemical changes in ground water: Kobe earthquake, Japan (англ.) // Science : journal. - 1995.

[7] Wakita, H. Earthquake chemistry II, collected papers, edn (англ.). - Laboratory for Earthquake Chemistry, Faculty of Science, University of Tokyo, Tokyo, 1996.

[8] Talwani et al. Prediction of an earthquake at Blue Mountain lake (needs completion) (англ.) : journal. - 1971.

[9] Животные - предсказатели землетрясения // Наука и жизнь. - 2021. - № 2.

[10] Martin Wikelski et al. Potential short-term earthquake forecasting by farm animal monitoring (англ.) // Ethology. - 2020.

[11] Эрик Ванс. Землетрясения в небесах // В мире науки. - 2018. - № 12.

[12] Wang K., Qi- , Chen Fu, Sun Shihong, Wang Andong. Predicting the 1975 Haicheng Earthquake (англ.) // Bulletin of the Seismological Society of America (англ.)рус. : journal. - 2006.

[13] А.И. Пеньков, старший преподаватель, А.Б. Сафронова, студентка Юргинский технологический институт. Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения»

#### Информация о авторах/ Information about the authors

Нурматов Хасанбой Мирзахмедович/ Nurmatov Khasanboy Mirzakhmedovich	Ташкентский государственный транспортный университет, старший преподаватель кафедры Техносферная безопасность <a href="https://orcid.org/0009-0001-2736-0175">https://orcid.org/0009-0001-2736-0175</a>
Медешев Бахтиёр Ергешевич/ Medeshev Bakhtiyor Yergeshevich	Ташкентский государственный транспортный университет, старший преподаватель кафедры Техносферная безопасность <a href="https://orcid.org/0009-0000-9912-7578">https://orcid.org/0009-0000-9912-7578</a>
Ботирова Мавлуда Мирходиевна/ Botirova Mavluda Mirkhodievna	Ташкентский государственный транспортный университет, старший преподаватель кафедры Техносферная безопасность <a href="https://orcid.org/0009-0006-8542-003X">https://orcid.org/0009-0006-8542-003X</a>

