

Урбанистика и городские системы <https://ugsjournal.ru>

Urban Studies and Urban Systems

2024, Том 1, № 2 / 2024, Vol. 1, Iss. 2 <https://ugsjournal.ru/issue-2-2024.html>

URL статьи: <https://ugsjournal.ru/PDF/05SAUG224.pdf>

2.1.12 Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кашефи, Б. Снижение уязвимости к землетрясениям в сфере проектирования / Б. Кашефи, И. Н. Гарькин // Урбанистика и городские системы. — 2024. — Т. 1. — № 2. — URL: <https://ugsjournal.ru/PDF/05SAUG224.pdf>.

For citation:

Keshefi B., Garkin I.N. Reducing vulnerability to earthquakes in design. *Urban Studies and Urban Systems*. 2024;1(2): 05SAUG224. Available at: <https://ugsjournal.ru/PDF/05SAUG224.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 339.9

Кашефи Бехзад

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия
Аспирант

E-mail: 1042235116@pfur.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8814-7006>

Гарькин Игорь Николаевич

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия
Заведующий кафедрой «Архитектуры и реставрации»

Кандидат исторических наук

Кандидат технических наук

E-mail: garkin_in@pfur.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4111-6558>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=2619-9023

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAB-2542-2021>

Снижение уязвимости к землетрясениям в сфере проектирования

Аннотация. Работа над вопросом проектирования конструкций для обеспечения устойчивости зданий, приводит к сокращению несчастных случаев, но является причиной увеличения затрат. Планирование строительства начинается с макрополитики компаний, в виде всеобъемлющих программ проектирования, с учетом проблемы устойчивости здания. Решение данного вопроса является основой безопасного строительства. В этапе проектирования архитектор определяет конфигурацию здания, которая больше всего влияет на его вибрационные характеристики. Проблемы строительной отрасли, при архитектурном проектировании, показывают, что документы технико-исполнительной системы страны, имеют следующие проблемы: отсутствие проработанных документов в области архитектурного проектирования; использование технической документации, противоречащей творческой и безопасной природе архитектуры.

Характер метода сейсмического проектирования, основанного на характеристиках (PBSD), обеспечивает наибольшую адаптируемость к архитектурному проектированию и проблемам реагирования зданий на вибрацию. В статье определены общие компоненты метода расчета вибрации, основанные на эффективности и дизайне. Она посвящена архитектуре и методам разработки технической документации, а также разъясняет роль архитекторов в данном процессе.

Ключевые слова: безопасность зданий; строительство; землетрясение; архитектура землетрясений; сейсмостойкое строительство; структура в архитектуре; сейсмостойкие здания

Введение

Реализация целей технической и исполнительной системы Исламской Республики Иран в сфере строительной деятельности осуществляется посредством установления и разъяснения ключевых принципов её формирования. Приоритетным направлением при этом является снижение уязвимости инвестиционных планов и проектов в области проектирования и строительства зданий, возводимых в сейсмоопасных регионах, что обеспечивает повышение уровня безопасности жилых и общественных зданий и усиление их несущих пространственных конструктивных систем [1–6].

Определение целей и задач при подготовке проектной и нормативной документации в Исламской Республике Иран, осуществляется с учётом действующих государственных стратегий, программ территориального развития и документов, в сфере строительного регулирования. На начальном этапе проектирования требуется комплексный анализ влияния градостроительной, инвестиционной и нормативно-технической политики государства, что позволяет обеспечить согласование проектных решений с приоритетными целями повышения безопасности застройки, сейсмостойкости зданий и устойчивого развития строительной отрасли [2; 5; 7; 8]. Особое внимание следует уделять государственной политике в области архитектурного проектирования, направленной на повышение сейсмоустойчивости зданий, то есть снижение их уязвимости к воздействию сейсмических нагрузок. Учитывая, что с момента внедрения технической и нормативно-исполнительной системы Исламской Республики Иран в сфере строительного регулирования прошло более трёх лет, следует отметить, что задача повышения сейсмоустойчивости зданий и сооружений до настоящего времени остаётся актуальной. В настоящее время недостаточно разработаны исполнительные и методические документы, регламентирующие мероприятия по обеспечению сейсмостойкости, особенно в части архитектурно-планировочных и объёмно-пространственных решений [1; 2; 9–12]. Вышеперечисленные цели, направленные на совершенствование архитектурного проектирования и строительной практики, имеют существенное практическое значение [4; 12; 13]. Предлагаемое исследование состоит из двух частей:

- 1) Анализ влияния политик технической и исполнительной системы, особенно технической системы, реализация планов строительства в области градостроительства и архитектуры, анализ снижения или повышения уязвимости здания к землетрясениям [11–14].
- 2) Предоставление решений для снижения уязвимости зданий к землетрясениям [1; 2; 6; 10].

Роль градостроительных документов и архитектуры технико-исполнительной системы

Развитие проектирования в сейсмоактивных районах Ирана началось около ста лет назад с принятием первого муниципального закона города Тегерана, направленного на регулирование вопросов безопасности зданий при воздействии землетрясений. В 1987 г. н.э. в Иране были введены правила и положения по обеспечению безопасности строительства, реализация которых на практике осуществлялась в ограниченном объёме. Необходимо проанализировать и, при необходимости, изменить программы строительства, положения и правила в целях снижения уязвимости зданий к землетрясениям [1; 4; 5; 8; 9; 12]. Законы являются основой гражданского права. 18.02.1370 г. был утвержден свод правил,

постановлений и указов. Была введена практика выдачи разрешения на строительство. Результатом стало внедрение управления стандартов и снижение риска землетрясений. Президиум по планированию и стратегическому надзору за строительством постоянно разрабатывает новые документы в целях повышения качества и безопасности строительства. Поэтому необходимо постоянно изучать новые опубликованные документы, технические правила, положения и стандарты. Дизайн зданий нуждается в серьезной доработке согласно установленным правилам и требований. О строительных нормах в муниципальном праве. Можно сослаться на статью 100 и пункт 14 поправки к статье 55 о снижении уязвимости зданий к землетрясениям. Отсутствие исполнительных нормативных актов является основной проблемой. Неспособность контролировать исполнение установленных стандартов со стороны муниципалитетов. Использование технологий конца девятнадцатого века. Это привело к тому, что при строительстве зданий использовали устаревшие конфигурации. Так в начале 20 века рядом ведущих архитекторов Европы начали использовать технологии своей эпохи в новом архитектурном теле. Позже данный Интернациональный стиль стал широко известен. Ярким примером интернационального стиля является швейцарский павильон Парижской выставки 1930 года, спроектированный архитектором Ле Корбюзье, в котором были реализованы принципы свободной планировки и каркасной конструктивной схемы.

При строительстве которого, архитекторы начали использовать эстетические металлические и бетонные каркасы, которые вызвали структурные проблемы в здании [6; 11; 13]. Ряд характерных особенностей интернационального стиля в архитектуре оказывает негативное влияние на несущую способность зданий при воздействии сейсмических нагрузок, к числу которых относятся [2; 6; 13; 14].

- 1) Размещение зданий на отдельных фундаментных элементах или сваях при недостаточной пространственной связности конструктивной системы может приводить к формированию так называемых «слабых» или «мягких» этажей, что негативно сказывается на сейсмоустойчивости здания [1; 4; 6; 14].
- 2) Свободная планировка и сокращение числа внутренних несущих стен, включая замену каменных стен, лёгкими каркасными системами, - приводят к изменению пространственной жёсткости здания и перераспределению сейсмических нагрузок, что при отсутствии соответствующих конструктивных мер, может негативно сказаться на его сейсмоустойчивости [6; 7; 11; 13].

Увеличение относительных перемещений и деформаций конструктивной системы здания при сейсмических воздействиях может приводить к повреждению и разрушению неконструктивных элементов, таких как внутренние перегородки, фасадные ограждающие конструкции, остекление и инженерное оборудование [11; 13; 15]. Проблемы конструкции зданий: Значительное увеличение внешних прозрачных поверхностей: частое использование светлых фасадов, особенно стеклянных, которые снижают способность поглощать энергию. Что увеличивает неустойчивость здания.

Меры по повышению сейсмоустойчивости зданий

В последние десятилетия в Исламской Республике Иран ущерб от землетрясений значительно возрос, что наглядно подтверждается последствиями землетрясений в Баме (2003 г.), Манжиле–Рудбаре (1990 г.) и Керманшахе (2017 г.) (рис. 3), приведших к значительным человеческим потерям и разрушению жилой застройки.

Наносимый ущерб зависит от увеличения плотности застройки. Активные сейсмоопасные районы, наличие в них старых хозяйственных и служебных зданий, имеющих перерыв в эксплуатации, увеличивает последующие разрушения. Ненесущие элементы и

инженерное оборудование зданий, особенно расположенных в районах с промышленными предприятиями, подвержены повышенному риску повреждений при землетрясениях, что может приводить к значительному материальному ущербу и вторичным опасным последствиям. Статистика смертности при землетрясениях зависит от качества и соблюдения норм строительства.

В результате землетрясений в Исламской Республике Иран значительные финансовые потери понесли владельцы жилых, общественных и производственных зданий, а также страховые и государственные учреждения. Масштаб экономического ущерба превысил прогнозируемые значения, рассчитанные на основе действующих нормативных требований и существующего уровня сейсмозащиты застройки. Прогнозируется, что в будущем землетрясения будут продолжать наносить значительный финансовый ущерб владельцам жилых, общественных и промышленных зданий, а также страховым и государственным учреждениям.

Выгодоприобретатели. В отличие от подхода к проектированию, основанного только на эффективности строительства зданий, происходят дискуссии между заинтересованными группами заказчиков и специалистами по дизайну, в процессе разработки и подбора архитектурных референсов.

Данный подход облегчает и обеспечивает основу для определения уровня безопасности и защиты зданий. Он предоставляет возможность оценить выгоды и расходы. Бенефициары могут сформулировать свои пожелания и ожидания от проекта. Используя этот метод, проектировщик может формировать архитектурно-конструктивные решения здания, которые по сравнению со зданиями, спроектированными на основе действующих правил, обеспечат более высокую эффективность сооружений и меньший ущерб при природных катаклизмах.

Характер процесса проектирования вибрации, основанный на эффективности и его связь с архитектурным планированием

Процесс проектирования, основанный на учете толчков, заключается именно в том, чтобы оценить данную проблему. Он касается возможной эффективности противостояния стихийным бедствиям, особенно землетрясениям. Формирование архитектурно-конструктивных решений осуществляется на основе выбора и обоснования проектных критериев, определяющих реакцию здания на заданные сейсмические воздействия. Целью такого подхода является повышение эффективности и надёжности строительства. Оценка возможных объёмов повреждений и последствий землетрясений выполняется на этапе расчётного и аналитического обоснования проектных решений и позволяет определить требуемый уровень сейсмоустойчивости здания. Это помогает дать оценку уровня последствий землетрясений. Травмы, несчастные случаи, прямые и косвенные финансовые затраты. В то же время команда дизайнеров должна отвечать потребностям и пожеланиям бенефициаров, таких как банки, страховые учреждения и другие лица. Процесс проектирования здания должен учитывать условия и особенности его последующей эксплуатации. Предварительный архитектурный проект включает определение наиболее важных требований. Данные требования могут сильно повлиять на эффективность здания, помешать выбору подходящего предварительного архитектурного проекта. Эффективный процесс проектирования, основанный на производительности, очень важен. После того, как цели производительности установлены, используется ряд опций: схематическое проектирование и структурное моделирование (анализ сбора нагрузок на здание к поступающим нагрузкам) в целях повышения его эффективности. Прогнозирование различных сценариев аварий. В настоящее время используются новые инженерные решения, которые могут быть основой архитектурного

дизайна. Для каждой из целей повышения эффективности устанавливаются предварительные условия, поэтому при разработке используются руководящие принципы, помогающие архитекторам определить подходящие стратегии. Представляется необходимым разработать и подготовить эффективные предварительные планы строительства [2; 4; 10].

Технические решения архитектурного проектирования зданий в сейсмоактивных районах

Достижение целей процесса проектирования на основе эффективности требует, чтобы это было реализовано путем принятия следующих шагов:

- 1) Методология оценки того, как снизить уязвимость зданий к землетрясениям. Область архитектурного дизайна.
- 2) Сборник методов и руководств по архитектурному проектированию.

В Иране есть несколько специализированных учреждений, контролирующих устойчивость строительства к землетрясениям. Эти учреждения указывают, что следующие правительственные специализированные учреждения могут сыграть большую роль в организации программы сейсмического проектирования, основанной на следующих характеристиках: эволюция методов, основанных на эффективности, установленных агентством Федерального антикризисного управления США, в рамках программы по сокращению рисков разрушения зданий был определен в 1992 г.

Методические положения и результаты исследований в области оценки сейсмической уязвимости зданий были опубликованы в ряде нормативно-методических документов. К их числу относятся: публикация № 273 «Руководство по совершенствованию» (2003 г., BSSC/ATC) и публикация № 274 «Предложения по докладу методических указаний» (1997 г., BSSC/ATC), направленные на улучшение вибрационных характеристик зданий. Поправки, внесённые в указанные публикации, а также результаты их применения были обобщены и опубликованы в 1999 году, в издании агентства № 343 «Тематические исследования: оценка доклада о национальной программе снижения риска землетрясений», а также в публикации № 5 «Руководства по улучшению вибрации зданий». В 2000 году Американским обществом инженеров-строителей (ASCE) была издана публикация № 356 «Инструкции и рекомендации по совершенствованию», в результате чего положения публикаций № 273 и № 274 были повышены до уровня нормативных требований. Три комитета: А: управление проектом, В: технический, С: управление под руководством центра. Исследование зданий и жилья на обеих этапах методологии оценки и разработки руководств по дизайну, будет осуществляться постоянно. Функционирование системы управления и контроля за выполнением проектных и строительных работ обеспечивается деятельностью специализированных исполнительных рабочих групп, формируемых в рамках технической и нормативно-исполнительной системы. В состав таких групп, как правило, входят специалисты в области архитектурного проектирования, конструктивных решений и инженерных систем, что позволяет обеспечить накопление и передачу технических знаний, а также контроль соблюдения установленных требований и стандартов на всех этапах проектирования и реализации объектов строительства. Деятельность указанных рабочих групп направлена на повышение качества проектных решений и снижение сейсмических рисков. Конечно, выполняя данную программу внедрение должно осуществляться в рамках технической и исполнительной системы страны. Это требует тщательного планирования и выделения специальных кредитов. Должен быть создан комитет по составлению критериев и снижению риска землетрясений.

Заключение

Было проведено изучение документов технической и исполнительной системы страны в области архитектуры. Урбанизация свидетельствует о том, что упомянутые документы отвечают поставленной цели. Налицо противоречие уязвимости инвестиционных планов и проектов повышение безопасности зданий, прочности конструкций. Архитекторы, академические общества и специалисты недостаточно участвуют в составлении технических норм и документов. С другой стороны, можно признать большую перспективность развития методов расчета и норм землетрясений в развитых странах, предписывающим и обязательным методам проектирования, использование гибких методов, такие как дизайн вибрации, основанный на эффективности. Указанный метод наиболее совместим со стадиями по характеру и процессу проектирования зданий. Он совместим с архитектурным проектом, даже при отсутствии полной проектной документации. Архитектура, совместимая с землетрясением, возможна. Необходима разработка правил и методических руководств по архитектурному проектированию на основе подхода, ориентированного на эффективность (performance-based design). Реализация вышеуказанной цели требует формирования специализированной организации, включающей комитет и исполнительные рабочие группы под руководством строительного исследовательского центра, а также комитета по разработке критериев и снижению риска землетрясений. Создание такой структуры необходимо для системной координации работ в области архитектурного проектирования и обеспечения сейсмоустойчивости зданий.

Деятельность данной организации направлена на решение следующих задач:

- А) разработка методологии оценки снижения уязвимости зданий при землетрясениях в области архитектурного проектирования;
- Б) разработка методов и методических руководств по архитектурному проектированию, ориентированному на повышение сейсмоустойчивости объектов.

Изучение и принятие проектных решений в рамках указанной структуры должны основываться на консенсусе профессиональных мнений с учётом интересов и потребностей всех заинтересованных сторон

ЛИТЕРАТУРА

1. Krawinkler H. Performance-based earthquake engineering / H. Krawinkler, E. Miranda // *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. — 2004. — Т. 33, № 1. — С. 1–30.
2. Priestley M.J.N. Performance-based seismic design / M.J.N. Priestley // *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*. — 2000. — Т. 33, № 3. — С. 325–346.
3. Takewaki I. Critical excitation methods in earthquake engineering / I. Takewaki, S. Murakami, K. Fujita, S. Yoshitomi, M. Tsuji // *Engineering Structures*. — 2012. — Vol. 42. — P. 15–25.
4. Fajfar P. A nonlinear analysis method for performance-based seismic design / P. Fajfar // *Earthquake Spectra*. — 2000. — Т. 16, № 3. — С. 573–592.
5. Moehle J. A framework for performance-based earthquake engineering / J. Moehle, G. Deierlein // *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. — 2004. — Т. 33, № 1. — С. 1–15.

6. Rossetto T. A new analytical procedure for the derivation of displacement-based vulnerability curves / T. Rossetto, A. Elnashai // *Engineering Structures*. — 2003. — Т. 25, № 3. — С. 397–409.
7. Dolšek M. Simplified non-linear seismic analysis of infilled reinforced concrete frames / M. Dolšek, P. Fajfar // *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. — 2008. — Т. 37, № 1. — С. 49–66.
8. Bertero R.D. Performance-based seismic engineering: The need for a reliable conceptual comprehensive approach / R.D. Bertero, V.V. Bertero // *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. — 2002. — Т. 31, № 3. — С. 627–652.
9. Miranda E. Approximate floor acceleration demands in multistory buildings / E. Miranda, S. Taghavi // *Journal of Structural Engineering (ASCE)*. — 2005. — Т. 131, № 2. — С. 203–211.
10. Bruneau M. Overview of the resilience concept / M. Bruneau, A. Reinhorn // *Journal of Structural Engineering (ASCE)*. — 2007. — Т. 133, № 3. — С. 368–377.
11. Calvi G.M. Development of seismic vulnerability assessment methodologies / G.M. Calvi, R. Pinho, G. Magenes, J.J. Bommer, L.F. Restrepo-Vélez, H. Crowley // *ISET Journal of Earthquake Technology*. — 2006. — Т. 43, № 3. — С. 75–104.
12. Haukaas T. Probabilistic seismic demand analysis of structures / T. Haukaas, A. Der Kiureghian // *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. — 2004. — Т. 33, № 13. — С. 1453–1472.
13. Crowley H. Simplified seismic loss estimation based on building typologies / H. Crowley, R. Pinho // *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*. — 2006. — Т. 35, № 4. — С. 409–430.
14. Fardis M.N. Seismic design issues for reinforced concrete buildings / M.N. Fardis // *Journal of Earthquake Engineering*. — 2009. — Т. 13, № 1. — С. 3–24.
15. Villaverde R. Seismic design of secondary systems and nonstructural components / R. Villaverde // *Journal of Structural Engineering (ASCE)*. — 1997. — Т. 123, № 8. — С. 1011–1019.

Kashefi Behzad

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: 1042235116@pfur.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8814-7006>

Garkin Igor Nikolaevich

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: garkin_in@pfur.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4111-6558>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=2619-9023

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAB-2542-2021>

Reducing vulnerability to earthquakes in design

Abstract. Working on the issue of designing structures to ensure building stability leads to a reduction in accidents, but it also causes an increase in costs. Construction planning begins with the company's macro-policy in the form of comprehensive design programs that take into account building sustainability issues. The solution to this issue is the foundation of safe construction. During the design phase, the architect determines the building's configuration, which most significantly affects its vibrational characteristics. The problems of the construction industry in architectural design show that the technical and executive documents of the country have the following issues: the lack of well-developed documents in the field of architectural design; the use of technical documentation that contradicts the creative and safe nature of architecture.

The nature of Performance-Based Seismic Design (PBSD) provides the greatest adaptability to architectural design and building vibration response issues. The article identifies the common components of a vibration calculation method based on efficiency and design. It is dedicated to architecture and technical documentation development methods, and also explains the role of architects in this process.

Keywords: building safety; construction; earthquake; earthquake architecture; earthquake-resistant construction; structure in architecture; earthquake-resistant buildings