

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН АЙМАГЫНЫН ТАЛАА ШАРТТАРЫНДА ИМАРАТТАРДЫ ЫКЧАМ ИЗИЛДӨӨ МЕТОДУН КОЛДОНУУНУН ЫҢГАЙЛУУЛУГУ

Абдыганы уулу Э.⁽¹⁾, Абдыкалыков Д.⁽²⁾

⁽¹⁾ Эл аралык инновациялык технологиялар университети, 996779662727@mail.ru

⁽²⁾ Сейсмотуруштуу курулуш боюнча эксперттердин эларалык ассоциациясы, abdykalykov_17@mail.ru

Бул макалада, Кыргыз Республикасынын аймагынын талаа шарттарында ыкчам изилдөө методун колдонуу ыңгайлуулугу каралган. Талас-Фергана жана Ысыката жер жаракаларынын аймагында жайгашкан кээ бир мектеп имараттарын ыкчам изилдөө мисалдары келтирилген.

Ачкыч сөздөр: ыкчам, алдын-ала, визуалдык изилдөө, визуалдык тез скрининг, сейсмотуруштуулукту баалоо.

ПРАКТИЧНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ ОПЕРАТИВНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Абдыганы уулу Эмил⁽¹⁾, Абдыкалыков Данияр⁽²⁾

⁽¹⁾ Международный университет инновационных технологий, 996779662727@mail.ru

⁽²⁾ Международная ассоциация экспертов по сейсмостойкому строительству, abdykalykov_17@mail.ru

В данной статье рассмотрено и проанализировано практическую применимость методики оперативного обследования в полевых условиях на территории Кыргызской Республики. Приведен пример оперативного обследования нескольких школьных зданий, расположенных в зонах влияния активных разломов, называемых Таласо-Ферганским и Ысык-Атинским разломами.

Ключевые слова: оперативное, предварительное, визуальное обследование; быстрый визуальный скрининг; оценка сейсмостойкости.

PRACTICAL APPLICATION OF THE OPERATIONAL SURVEY OF BUILDINGS IN THE CONDITIONS ON THE TERRITORY OF THE KYRGYZ REPUBLIC

Emil Abdygany uulu E.⁽¹⁾, Abdykalykov D.⁽²⁾

⁽¹⁾ International University of Innovation Technologies, 996779662727@mail.ru

⁽²⁾ International association of experts on earthquake engineering, abdykalykov_17@mail.ru

This article describes review and analysis of the practicality for applying the operational survey of buildings methodology in the field conditions on the territory of the Kyrgyz Republic. An example of an operational survey of the several school buildings located in the zones of influence of active faults, called Talas-Fergana and Ysyk-Ata faults, is given.

Key words: operational, preliminary, visual structural inspection, rapid visual screening, seismic evaluation.

Введение

Землетрясение является одной из крупнейших катастрофических угроз природы для человечества и других живых существ. Землетрясение является результатом внезапного выброса энергии в земной коре, которая генерирует сейсмическую волну [9]. Кыргызская Республика расположена на сейсмоактивной зоне, на которой более 95% территории страны имеет сейсмическую активность с интенсивностью 8, 9 и более баллов. Возможные очаги землетрясений возникают при магнитуде 7,6 и более.

Мы знаем, что почти многие здания и сооружения не обладают сейсмостойкостью при реальном воздействии сейсмических сил. Это обуславливается тем, что в строительных нормах снижаются расчетные сейсмические нагрузки от фактически возможного воздействия подземных сил. Причинами неустойчивости зданий и сооружений на сейсмические силы выступают, в основном, отклонение от требований норм проектирования, некачественная эксплуатация, моральный и физический износ материалов конструкций зданий. Но мы можем и обязаны минимизировать потери от землетрясений, приняв соответствующие антисейсмические меры.

С целью снижения последствий разрушительных землетрясений необходимо провести паспортизацию существующих зданий, определить несейсмостойкие или уязвимые к сейсмическим воздействиям здания, произвести сейсмоусиление несущих конструкций. Можно использовать метод оперативного обследования зданий для оценки сейсмической уязвимости и сейсмостойкости, позволяющий быстро собрать базу данных здания на основе полевых наблюдений. Этот метод позволяет выявить случаи сейсмического риска и необходимости проведения детального обследования. Процесс проведения обследования включает определение дефектов, оценка сейсмостойкости существующих зданий, выделение типов и классификации зданий. В результате анализа расставляются приоритеты первоочередных мер осуществления усиления конструкций и уменьшения сейсмического риска.

Анализ существующих исследований

Согласно требований строительных норм Кыргызской Республики СН КР 22-01:2018 (ранее СНиП 22-01-98 КР) «Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки», оперативное обследование проводится путем предварительного обследования здания и сооружения [1, 2]. Предварительное обследование следует проводить путем визуального осмотра, оценки технического состояния и прочности несущих конструкций с использованием неразрушающих методов контроля [2]. Метод оперативного обследования разработана давно и на территории современного

Кыргызстана пользуется, начиная с обследования последствий Кеминского землетрясения 1910 года. При Советском Союзе официально метод оперативного обследования начал применяться после Ашхабадского землетрясения 1948 года.

В странах дальнего зарубежья вышеуказанный метод проводится под названием **быстрый визуальный скрининг** (Rapid Visual Screening).

Быстрый визуальный скрининг (RVS) – это метод оценки сейсмической уязвимости большого количества строений в определенном регионе или в стране целом [8]. RVS позволяют инженерам классифицировать обследованные здания на две категории: те, которые приемлемы в отношении риска для безопасности жизнедеятельности, или те, которые могут быть сейсмически опасными и должны быть более детально обследованы специалистами [9].

Метод RVS был впервые разработан в Соединенных Штатах Америки «Советом прикладных технологий» в конце 1980-х годов и опубликован в качестве справочника «Оперативное визуальное обследование (Быстрый визуальный скрининг) зданий на потенциально сейсмическую опасность» FEMA 154 в 1988 году [6]. Многие страны следуют той же методологии RVS, что и в FEMA 154, с соответствующими изменениями, касающимися для конкретного региона или страны. Например, в Индии на основе FEMA разработана Индийская RVS.

Например, исследователи использовали метод RVS в разных городах мира: в двух районах города Джидда, Саудовская Аравия, более чем на 1000 зданий, построенных в два разных периода времени, с целью оценки различий старой и новой застройки. По результатам исследования определено, что, жилые здания в районе Аль-Балад являются более старыми и 54% зданий в удовлетворительном состоянии, 46% зданий требуется частичное усиление или восстановление. Район Ас-Салама были недавно построен на основе новых сейсмических норм, в которой 81% зданий в хорошем состоянии, 19% зданий требуется частичное усиление и восстановление конструкций [8].

В Малайзии в городке Букит Тингги провели быстрый визуальный скрининг 1166 зданий для оценки их сейсмической уязвимости. В районе большинство зданий были построены из дерева, стали и бетона. Определены основные типы зданий: жилые, коммерческие, промышленные, образовательные, правительственные и т.д. Из них большое количество жилых и коммерческих зданий. Жилые здания более сейсмостойкие чем коммерческие здания. В результате оперативного обследования

выявлено, что большинство 74% зданий города Букит Тингги имеют меньший сейсмический риск, а еще 26% требуется в детальной оценке [9].

В Индонезии провели оценку сейсмостойкости 15 школьных зданий, расположенных в районе острова Ломбок, после происшествия землетрясения. Образцы конструкций отобраны случайным образом из разных школ вне зависимости от местоположения. Результаты анализа показали, что все школьные здания были частью других не конструктивных сооружений и многие из них являются не сейсмостойкими. Из 15 зданий 53% умеренно поврежденные, 40% слегка поврежденные и 7% не поврежденные. Наиболее повреждены – вертикальные конструкции на 45%, горизонтальные конструкции на 38% и конструкции фундамента до 17%. Большинство дефектов были обнаружены на стенах, на участке соединения стены с балкой или колонной, узлов соединения балок с колоннами, узлов креплений конструкций крыши [10].

Методика исследования

По действующим строительным нормам [2] оперативное обследование проводят путем предварительного обследования здания и сооружения.

Предварительное обследование следует выполнять для всех типов зданий существующей застройки, путем визуального осмотра, с целью получения данных, достаточных для:

- определения типа конструктивного решения здания;
- выявления основных объемно-планировочных решений;
- выполнения ориентировочной оценки состояния конструкций;
- экспресс-оценки сейсмостойкости здания.

Данные включают: год постройки, изменение конструктивной схемы в процессе эксплуатации, конструктивные решения зданий, конфигурации здания в плане, ширина антисейсмических швов, прочность бетона и прочность раствора кладки несущих стен, наличие видимых повреждений и состояние инженерных коммуникаций.

При необходимости и отсутствии проектно-технической документации, необходимо произвести частичное вскрытие конструкций для определения типов зданий.

Этот метод оперативного обследования зданий и сооружений можно использовать для экспресс-оценки сейсмостойкости зданий. При этом, методика, приведенная в отечественных нормах, требует больше времени и средств, но имеет

эффективную результативность. Метод быстрого визуального скрининга RVS, используемый в других странах, дает возможность оперативного сбора данных в полевых условиях.

В рамках проекта «Повышение устойчивости к рискам стихийных бедствий в Кыргызстане» (ERIK) в 2018 году проводилось оперативное обследование существующих школьных зданий по выбору и разработке рекомендаций по повышению их сейсмостойкости. Для «Улучшения безопасности и функциональности школьной инфраструктуры», Комитетом прикладных технологий (АТС) предложен оперативный метод обследования школьных зданий, согласованных с инструментами для сбора данных Глобальной библиотеки школьной инфраструктуры (GLoSI) [5].

Предложенный АТС метод фокусируется на сборе данных по параметрам, таким как: конструктивная система, диапазон высоты здания, конструктивные нерегулярности, гибкость дисков покрытия/перекрытия, наличие слабых колонн, неконструктивных элементов, гибкость фундамента, учет сейсмических требований (уровень сейсмостойкого проектирования), сейсмический риск соударения, ранее проведенное сейсмическое усиление и состояние здания.

По этому методу можно провести оперативное обследование зданий в большом количестве за короткий промежуток времени. Здесь не требуется сертифицированных специалистов для сбора данных в полевых условиях.

Теоретические исследования

Согласно методике АТС [5], в 2018 году проведено полевое обследование 78 школьных зданий на территории Кыргызской Республики. Школы отобраны в зависимости от строительства после 1970 года и расположения на строительной площадке, район которой имеет высокий сейсмический риск. Район с высоким сейсмическим риском являются возможные очаги землетрясений, расположенные в зонах влияния Таласо-Ферганского и Ысык-Атинского разломов. К ним относятся следующие районы: Аламединский, Араванский, Базар-Коргонский, Кадамжайский, Кара-Суйский, Кочкорский, Ноокенский, Сокулукский, Сузакский, Узгенский районы, город Ош и 4 района города Бишкек (Ленинский, Октябрьский, Первомайский и Свердловский районы).

Исходные данные, собранные для каждого школьного учреждения были представлены в виде блоков. Данные были собраны в виде анкетной формы (рис. 1 и 2).

Инспектор _____ Дата _____ Время _____
 Школа № _____ Наименование здания _____
 Адрес _____
 Уровень образования _____ Число учащихся _____ Год постройки _____

Система сопротивления горизонтальным нагрузкам (сейсмика, ветер)	Тип (вдоль длинной оси)	ЖБ1 Моментный каркас	ЖБ2 Каркас с кирпичным заполнением	ЖБ3 Каркас с короткими колоннами	ЖБ4 Двойная система	ЖБ5 Без проекта	ЖБ6 Каркас/панели
	Тип (вдоль короткой оси)	НК Необожженный кирпич	НАК Неармированная кирпичная кладка	КВ Кирпичная кладка с ж/б включениями	АК Армированная кирпичная кладка		
Этажность	1	2-3	4-7				
Нерегулярности	Горизонтальные и вертикальные 1970	Только горизонтальные 1987	Только вертикальные 2010	Отсутствуют			
Учет сейсмических требований	До издания норм	Низкое	Среднее	Высокое			

Рис.1 – Анкетная форма полевого обследования по методу АТС

Незаполненная категория означает, что информация не известна	Диск покрытия/перекрытия	Гибкий (покрытие)	Жесткий (покрытие)	Гибкий (перекрытие)	Жесткий (перекрытие)
	Слабые колонны	Да (вдоль длинной оси)	Нет (вдоль длинной оси)	Да (вдоль короткой оси)	Нет (вдоль короткой оси)
	Чувствительные неконструктивные элементы	Дыномовая труба	Парапет	Иные падающие предметы	Нет
	Фундаментная плита	Да	Нет		
	Риск соударения	Да	Нет		
	Сейсмическое усиление	Да	Нет		
	Качество, состояние	Низкое	Среднее	Высокое	Несущие элементы

Комментарии: _____

Рис.2 – Форма полевого обследования по методу АТС

В общей сложности было обследовано 78 школ, состоящие из 421 блока.

Полевое обследование показало разные конструктивные системы зданий существующей застройки [13, 14], такие как: железобетонный каркас с кирпичным заполнением, сборный железобетонный каркас с навесными панелями, железобетонные здания построенные без проекта, кирпичная кладка с

железобетонными включениями и без них, здания со стенами из глинистых материалов построенные методом ашара и т.д. (рис. 3, 4, 5 и 6).



Рис.3 – Здание школы из сборного железобетонного каркаса с навесными панелями, школа №50 им. П.Ж. Нышанова, г. Ош

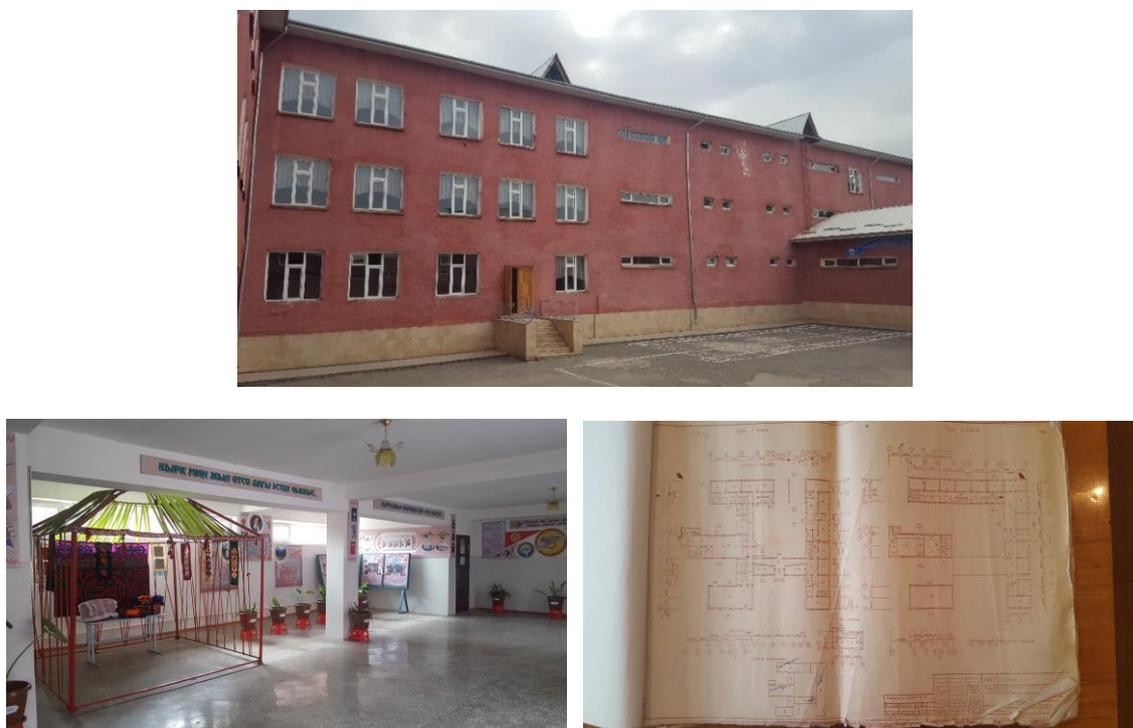


Рис.4 – Здание школы из железобетонного каркаса с кирпичным заполнением, школа №21 им. А.С. Пушкина, г. Ош



Рис.5 – Здание школы со стенами из кирпичной кладки с железобетонными включениями, школа №20 им. М. Маткаримова, Сузак



Рис. 6 – Блоки школьных зданий со стенами из глинистых материалов, построенные без проекта и методом ашара, школа №78 им. З. Бакирова, Сузак

Обследованные здания разделены по конструктивным решениям на разные типы. На рис.7 показано разбивка обследованных зданий по типологиям конструктивных решений.



Рис.7 – Диаграмма распределения обследованных зданий по типологиям

Согласно исследованиям и анализу диаграммы распределения зданий по конструктивным решениям, были определены следующие три типа зданий как наиболее распространенные:

- ЖБ6, Сборный железобетонный каркас со сборными железобетонными стеновыми панелями;
- ЖБ2, Железобетонный каркас с кирпичным заполнением;
- КВ, Кирпичная кладка с железобетонными включениями.

Согласно классификации зданий существующей застройки по степени сейсмостойкости (СН КР 22-01:2018) конструктивные решения зданий отвечают требованиям современных норм. При удовлетворительном качестве выполнения строительно-монтажных работ и удовлетворительном фактическом состоянии конструкций относятся к сейсмостойким [2]. Но по факту наблюдается такие дефекты как трещины в несущих стенах, прогибы ригелей, отслоение защитных слоев бетона, коррозия арматурных стержней, осадки фундамента и т.д. На рис. 8 показаны некоторые дефекты конструкций существующих зданий обследованных школ.



Рис.8 – Дефекты конструкций существующих школьных зданий, зафиксированные во время полевых обследований

Дефектные конструкции зданий должны быть частично или полностью усилены. Существуют разные методы сейсмоусиления зданий, такие как, устройство дополнительной железобетонной стеновой диафрагмы жесткости, усиление стальными связями жесткости, железобетонными обоймами, стальными бандажами, использованием накладок из углеродных высокопрочных волокон (УВВ) и другие.

Здания с несущими стенами из кирпичной кладки без железобетонных включений, не отвечают требованиям современных норм и являются опасными для эксплуатации. Для усиления кирпичных стен выполняется расчетно-аналитическая оценка сейсмостойкости зданий и определяются соответствующие мероприятия по повышению несущей способности. Для усиление таких зданий, можно использовать метод установки железобетонных включений бурением стен в вертикальном или горизонтальном направлениях в существующие кирпичные стены [12], усиление железобетонными обоймами (торкретирование) и другие.

Здания со стенами из глинистых материалов, построенные без проекта или методом ашара, не отвечают требованиям современных норм и являются сейсмоопасными. Усиление таких зданий, как правило, является нерациональным, экономически невыгодным и подлежат первоочередному сносу.

При полевом обследовании, выявлено что, качество эксплуатации большинства школьных зданий желает лучшего, из-за чего постепенно ухудшается техническое состояние конструкции. Наблюдены такие недостатки как, отсутствие водоотводных труб на уровне крыши и в уровне фундамента, отсутствие дренажных каналов для отведения грунтовых вод, отсутствие вентиляции внутри зданий, не организованы атмосферные течи воды из крыши и другие. В основном текущий ремонт производится на лицевой стороне школьных зданий, а дворовые и боковые стороны оставляются в прежнем состоянии. На рис.9 и 10 можно сравнить разницу эксплуатации здания между лицевым фасадом и дворовой стороны.



Рис.9 – Лицевая сторона школы №5 им. Бабура в Сузакском районе



Рис.10 – Дворовая сторона школы №5 им. Бабура в Сузакском районе

Учитывая во внимание вышеуказанное отношение на эксплуатацию зданий, можно сделать вывод, что нет гарантии на сейсмостойкость зданий построенных даже за последнее десятилетие. Поэтому, следует провести обследование всех общественных зданий (школы, детские сады, больницы, мечети, госучреждения, где идет скопление людей) по оценке их сейсмостойкости, разработки методов усиления конструкций для повышения эксплуатационной пригодности. Для осуществления этой цели за небольшой период времени и малыми средствами, отлично подходит зарубежный метод быстрого визуального обследования.

Заключение

- проведен анализ исследований по использованию метода оперативного обследования в мировой практике.
- существующая методика согласно положений строительных норм (СН КР 22-01:2018) в основном совпадает с методикой АТС. Отличаются технические моменты на полевых условиях, времени обследования, результатов получения данных.
- результаты полевых исследований показали практичность применения метода быстрого визуального обследования большого количества зданий.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *СНП 22-01-98 КР. Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки. Минархстрой Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызская Республика: 1998.*
2. *СН КР 22-01:2018. Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки. Государственный институт сейсмостойкого строительства и*

инженерного проектирования Госстроя Кыргызской Республики и Международная Ассоциация экспертов по сейсмостойкому строительству, Бишкек, Кыргызская Республика: 2018.

3. **Уранова С.К., Иманбеков С.Т., Косивцов Г.В. и др.** Проектирование зданий и сооружений в сейсмических районах. Бишкек, 1996. — (Справочное пособие).

4. **Бржев С.Н., Бегалиев У.Т.** Практическое пособие по проектированию и конструированию сейсмоусиления зданий школ в Кыргызской Республике. Всемирный Банк, 2018.

5. **ATC – 142, Safety Prioritization of School Buildings for Seismic Retrofit using Performance-Based Risk Assessment in the Kyrgyz Republic.** Prepared by the Applied Technology Council for the World Bank Global Facility for Disaster Reduction and Recovery., 2019

6. **FEMA 154, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook.** Prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., FEMA 154 Report, 1988.

7. **FEMA 154, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Third Edition.** Prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., FEMA 154 Report, 2015.

8. **Faiz SHAH, Anas AHMED, Orsolya KEGYES-B., Ahmed AL-GHAMADI, and Richard P. RAY,** A Case Study Using Rapid Visual Screening Method to Determine the Vulnerability of Buildings in two Districts of Jeddah, Saudi Arabia in 15th Int. Symp. On New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia, At Tacloban, Philippines – 2016.

9. **N. Ramly, M. Ghafar, M. Alel and A. Adnan,** Rapid Visual Screening Method for Seismic Vulnerability Assessment of Existing Buildings in Bukit Tinggi, Pahang, Malaysia, International Journal of Structural Analysis & Design – IJSAD Volume 1: Issue 2, [ISSN: 2372-4102] – 2014.

10. **A Pujianto et al,** Rapid Visual Screening (RVS) for School Buildings after Earthquake in Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia, First International Conference of Construction, Infrastructure, and Materials [IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 650 012038] – 2019.

11. **Бржев С.Н., Бегалиев У.Т.** Состояние проектирования и конструирования сейсмоусиления зданий в Кыргызской Республике. Наука и инновационные технологии. Бишкек, 2019. № 10 (10). С. 3-20.

12. **Абдыкалыков А.А., Бегалиев У.Т.** Повышение сейсмостойкости кирпичных зданий усилением несущих конструкций. Наука и инновационные технологии. Бишкек, 2017. № 3 (3). С. 139-142.

13. **Бегалиев У.Т., Канболотов К.Т.** Классификация конструктивных схем зданий Центральной Азии. Вестник КГУСТА. – 2014. – №3 (45, 1 том). – С. 47-50.

14. **Канболотов К.Т.** Методология оценки безопасности образовательных учреждений Кыргызстана. Материаловедение. 2013. № 4 (8). – С. 39-42.