

ЧҮЙ ОБЛУСУНУН СОКУЛУК РАЙОНУНУНДАГЫ ЖАЛ АЙЫЛЫНЫН СЕЙСМИКАЛЫК ТОБОКЕЛЧИЛИГИН БААЛОО

Канболотов К.

КР Мамкурулушунун Мамлекеттик сейсмотуруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо институту, Эл аралык инновациялык технологиялар университети, seysmika_001@mail.ru.

Макаланын негизги маселеси каралып жаткан айылдын учурдагы имараттардын сейсмикалык аярлуулук моделин тургузуу менен учурдагы имараттардын сейсмикалык тобокелчилигин аналитикалык баалоо.

***Ачык сөздөр:** сейсмикалык тобокелчилик; имараттардын сейсмикалык аярлуулугу; учурдагы имараттар; имараттардын классификациясы.*

ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА СЕЛА ДЖАЛ СОКУЛУКСКОГО РАЙОНА ЧУЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Канболотов К.

Государственный институт сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования Госстроя КР, Международный университет инновационных технологий, seysmika_001@mail.ru.

Основной задачей данной работы является аналитическая оценка сейсмического риска зданий существующей застройки рассматриваемого села с построением модели уязвимости зданий существующей застройки.

***Ключевые слова:** сейсмический риск; уязвимость зданий; существующая застройка; классификация зданий.*

ASSESSMENT OF SEISMIC RISK OF THE VILLAGE DZHAL OF THE SOKULUK DISTRICT OF THE CHUI REGION

Kanbolotov K.

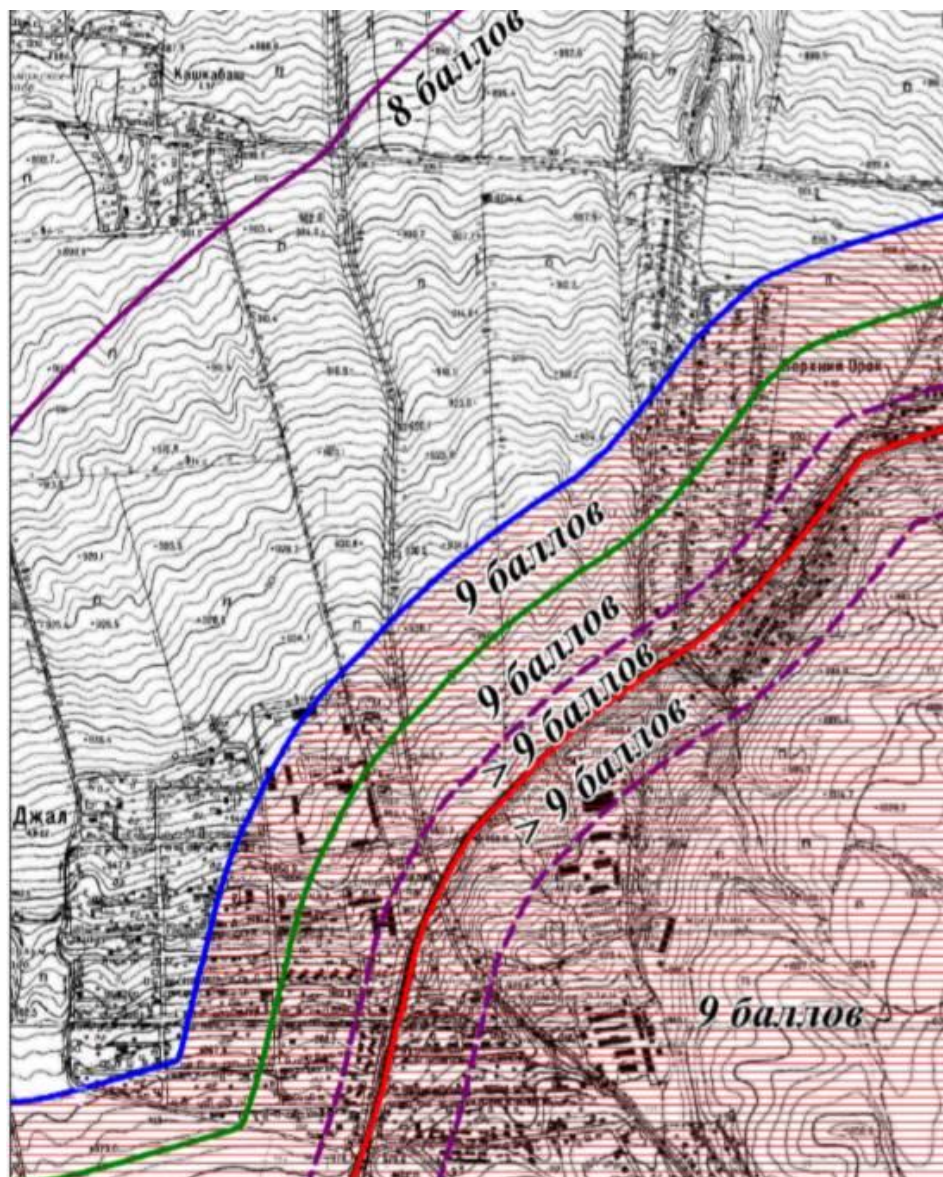
State Institute of Earthquake-proof Construction and design, International University of Innovation Technologies, seysmika_001@mail.ru.

The main aim of the given work is an analytical seismic risk buildings appraisal of the existing building.

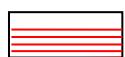
***Keywords:** seismic risk; vulnerability of building; existing building; classification building.*

ВВЕДЕНИЕ

Село Джал расположено вблизи г.Бишкек, административно подчиняется Сокулукскому району Чуйской области. По территории с. Джал проходит магистральная линия Ысык-Атинского разлома, а существующая застройка села согласно карте в СН КР 31-02:2018 попадают все пять зон (1,2, 3, 4 и 5) влияния разлома [4]. На рис.1 показано фрагмент карты Ысык-Атинского разлома.



Условные обозначения:



Зона интенсивности сотрясения земной поверхности 9 и более баллов в пределах Ысык-Атинского активного разлома;



Линия Ысык-Атинского активного разлома;



Контур передовой зоны (1) влияния на лежащем и висячем крыльях разлома;



Контур средней зоны (2) влияния на лежащем крыле разлома;



Контур промежуточной зоны (3) влияния на лежащем крыле разлома;



Контур дальней зоны (4) влияния на лежащем крыле разлома;



Контур передовой зоны (5) влияния на висячем крыле разлома.

Характеристика колебаний при землетрясениях различной силы

Интенсивность I в баллах	PGA для горизонтальной составляющей, см/сек.кв
8	≤ 196.2
9	$196.3 \div 392.4$
более 9	490.5

Рис. 1 - Фрагмент карты Ысык-Атинского разлома

В селе Джал как и во многих сельских сейсмически активных регионах Кыргызской Республики эксплуатируется значительное количество зданий, возведенных без какого-либо антисейсмического усиления. Это еще более усугубляется тем, что не соблюдаются условия эксплуатации объектов, в свою очередь, ведет к снижению сейсмостойкости зданий и сооружений.

Наряду с многоквартирными жилыми зданиями которые были построены в советское время для работников совхоза построенные нормами тех годов, имеются и многочисленные примеры строительства индивидуального домостроения на территории рассматриваемого села. Последние построены без учета фактической сейсмичности площадки строительства, проектирование и строительство вне расчетной сейсмической нагрузки и могут разрушиться при землетрясении. Происходит это из-за неудовлетворительного, зачастую низкого качества строительства, строительных изделий и материалов (строительство из подручных материалов), отсутствия проектной документации, практически полного отсутствия контроля со стороны государства за этим строительством, отсутствия на местах необходимых рекомендаций применительно к застройке особо опасных территорий.

Основной задачей данной работы является аналитическая оценка сейсмического риска зданий существующей застройки рассматриваемого села с построением модели уязвимости зданий существующей застройки.

ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка сейсмического риска выполнена технологией зондирования с помощью летательного аппарата «Dji Mavic 2». В рамках данного исследования зондированы 429 строительных объекта. Осмотренные здания в основном являются жилыми домами, а также несколько объектов соцкультбыта. Сбор данных осуществлялось в табличной форме, фрагмент сбора данных приведена на таблице 1 [6].

Конструктивные схемы и планировка зданий жилой застройки весьма разнообразны. Двух и более квартирные здания жилых домов в основном одно-, двухэтажные с несущими кирпичными стенами и с железобетонными перекрытиями.

Имеются двухквартирные, одноэтажные жилые здания из крупнопанельных конструкций с замоноличенными стыковыми соединениями. Форма зданий в плане в основном прямоугольная с примыкающими в отдельных случаях небольшими деревянными террасами или верандами у входа.

Наиболее доминирующим во внутренней планировке домов индивидуальной застройки является следующее решение. Как правило, по середине здания проходит внутренняя сквозная продольная стена на всю длину дома. Передняя половина дома в основном разделена поперечными стенами на три комнаты, средняя из которых является распределительным коридором (холлом). Вторая часть здания разделена на одну большую (гостиная) и одну меньшую комнаты. Одна из поперечных стен выполнена как сквозной на всю ширину дома, так и с некоторым изломом, другая поперечная стена обрывается на месте примыкания к внутренней продольной стене гостиной. На рис. 2. приведены наиболее распространённые планировки домов индивидуальной застройки.

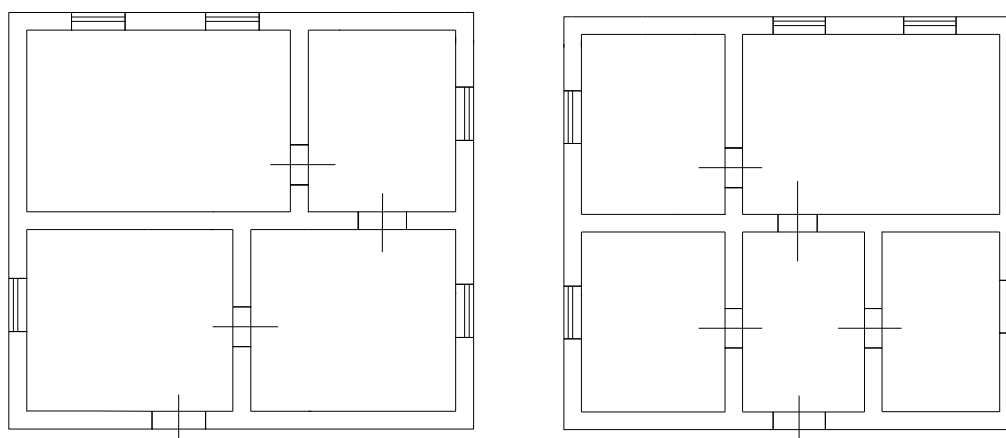


Рис. 2 – Примеры наиболее распространённых планировок индивидуальной застройки

Следует отметить, что в конструктивных решениях обследованных зданий благоприятное влияние на сейсмостойкость и общую устойчивость оказало наличие в большинстве случаев, по крайней мере, по одной продольной и поперечной внутренних стен; близкое расположение продольных и поперечных стен; облегчение веса перекрытия за счет применения деревянных конструкций.

Наружные стены зданий возведены из кирпича-сырца или глинобита, устраиваемого путем трамбования глиняного раствора в опалубку (сокмо) с использованием соломы для армирования глиняного раствора (саман). Выполнение стен из обожженного кирпича на цементно-песчаном растворе встречается реже чем глинобитное строение.

Конструктивная схема зданий с деревянным каркасом и стеновым заполнением из глинистых материалов, так называемый «сынч», в данном селе также не получила распространения.

Здания индивидуальных жилых домов, построенные после 2000-х годов сильно отличаются чем построенные до указанного года. Люди в основном начали строить дома одно-, двухэтажные с несущими кирпичными стенами с железобетонными включениями и с железобетонными перекрытиями. Также в строительстве начали применять более современные материалы, например, пеноблоки вместо кирпичей, металлочерепицы вместо асбестоцементных листов, утепление домов из эффективных материалов (базальт, пеноплекс и др.).

Оценка сейсмического риска проведена с применением Европейской Макросейсмической Шкалы 1998 (EMS-98) [3]. Классификация уязвимости зданий по EMS-98 приведены в табличной форме на таблице 2. график повреждаемости различных классов уязвимости указан на рис. 3 [7, 8, 9].

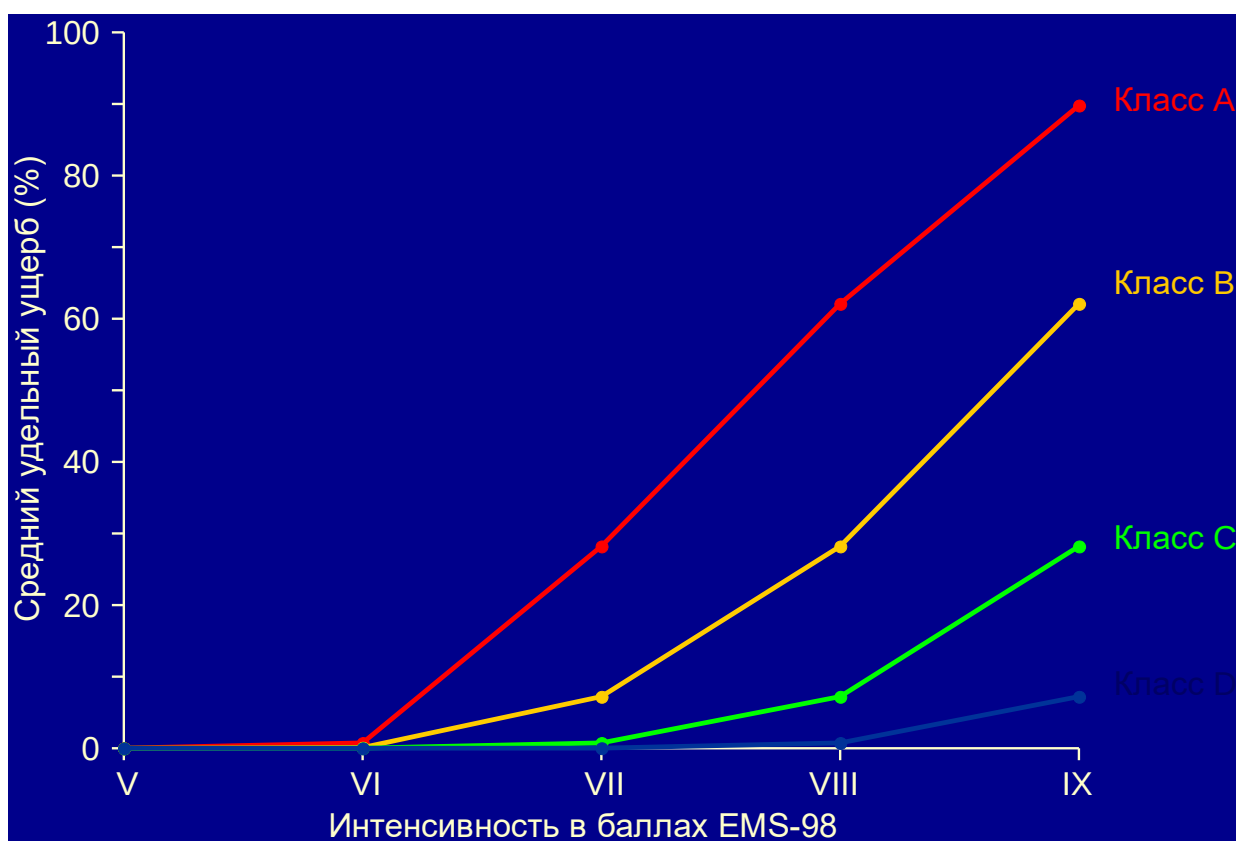


Рис. 3 - График повреждаемости зданий различных классов уязвимости

Таблица 1 – Фрагмент материала сбора данных (полевые работы).

№	Район	Село, адрес	№	Этажность/ма нсард/подвал	Конструкции		Год постройки	Количество	Количество жителей	Функциональ ное назначение	Сейсмичност ь площадки в МСС-64	Уязвимость по шкале EMS-98					
					Стена	Перекрытие						A	B	C	D	E	F
1	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	25	1/0/0	кирп.	дерев.	1990	1	5	жил.дом	9		1				
2	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	23	1/0/0	саман	дерев.	1960	1	5	жил.дом	9	1					
3	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	21	2/0/1	кирп. с ж.б. вкл.	ж/б	2020	1	5	жил.дом	9				1		
4	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	19	1/0/0	саман	дерев.	1960	1	5	жил.дом	9	1					
5	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	18	2/0/0	кирп. с ж.б. вкл.	ж.б.	2016	1	5	жил.дом	9				1		
6	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	20	1/0/0	саман	дерев.	1960	1	5	жил.дом	9	1					
7	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	22	1/0/0	кирп.	дерев.	1990	1	5	жил.дом	9		1				
8	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	17	1/0/0	кирп.	дерев.	1990	1	5	жил.дом	9		1				
9	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	16	1/0/0	кирп.	дерев.	1990	1	5	жил.дом	9		1				
10	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР	14	1/0/0	кирп.	дерев.	1990	1	5	жил.дом	9	1					
11	Сокулукский	Джал, ул. 60 лет СССР		1/0/0	кирп.	дерев.	1980	1	5	жил.дом	9		1				

Таблица 2 - Классификация уязвимости зданий по EMS-98

Типы зданий		Классы уязвимости					
		A	B	C	D	E	F
Каменная кладка	Бутовый камень, полевой камень	○					
	Саман (кирпич-сырец)	○	—				
	Простой камень	—	○				
	Массивный камень		—	○	—		
	Неармированная кладка (кирпич, блоки)	—	○	—			
	Неармированная кладка с ж.б. перекрытиями		—	○	—		
	Усиленная кладка			—	○	—	
Железобетон	Каркасные конструкции без АСМ	—		○	—		
	Каркасные конструкции с умеренным уровнем АСМ		—		○	—	
	Каркасные конструкции с высоким уровнем АСМ			—		○	—
	Стеновые конструкции без АСМ		—	○	—		
	Стеновые конструкции с умеренным уровнем АСМ			—	○	—	
	Стеновые конструкции с высоким уровнем АСМ				—	○	—
Сталь	Стальные сооружения			—		○	—
Дерево	Деревянные конструкции		—		○	—	
○	Наиболее вероятный класс уязвимости						
—	Вероятный диапазон						
---	Менее вероятные (исключительные) случаи						

В селе Джал классификация зданий существующей застройки по степени сейсмостойкости соответствуют следующим 5 категориям [2, 10]:

1. Категория 1.1. Крупнопанельные здания с монолитными стыковыми соединениями панелей стен между собой и плитами перекрытий.

Общая характеристика здания категории 1.1 отвечают основным требованиям современных норм. При удовлетворительном качестве строительных работ и удовлетворительном фактическом состоянии конструкций здания этой категории относятся к сейсмостойким.

2. Категория 6.3. Здания с несущими стенами из кирпичной кладки с железобетонными включениями (комплексные конструкции) и монолитными железобетонными перекрытиями.

Общая характеристика зданий категории 6.3. при обеспечении требуемой проектом и нормами категории кладки по сопротивляемости сейсмическим воздействиям, в соответствии конструктивным требованиям норм, удовлетворительном качестве выполнения работ и удовлетворительном фактическом состоянии конструкций здания этой категории являются сейсмостойкими.

3. Категория 6.3. Здания с несущими стенами из кирпичной кладки и монолитными железобетонными перекрытиями, запроектированные после 1957 года.

Общая характеристика зданий категории 7.1 не отвечают требованиям современных норм и являются сейсмоопасными. При выборочном обследовании определяются прочностные параметры конструкций этих зданий, выполняется расчетно-аналитическая оценка сейсмостойкости зданий и определяются мероприятия по усилению стен.

4. Категория 7.1. Одноэтажные здания с несущими стенами из кирпичной кладки и деревянными балочными перекрытиями.

Общая характеристика зданий категории 7.1 при обеспечении требуемой нормами прочности кирпичной кладки, соответствии конструктивных решений требованиям норм и удовлетворительном фактическом состоянии конструкций могут рассматриваться как сейсмостойкие. Рекомендуется для увеличения жесткости диска чердачного перекрытия, устройство дополнительных связей, в случае их отсутствия, требуемых нормами.

5. Категория 8. Здания с несущими стенами из самана или кирпича-сырца.

Общая характеристика зданий категории 8 являются сейсмоопасными и подлежат первоочередному сносу.

Помимо основных пять категорий также имеется единичные случаи здания категории 3.2. каркасные железобетонные здания со стеновым ограждением из кирпичной кладки в плоскости каркаса, запроектированные после 1957 года (здание школы) и категории 4.2. сборные деревянные щитовые здания (жилой дом на два хозяина).

В рамках данной работы зондировано и обработано 429 единиц объектов, практически все строение села. Результаты обработки приведены в таблице 3, на рис. 4 и 5.

Таблица 3 - Таблица сбора данных о структуре жилой застройки

Категория зданий согласно СН КР 22-01:2018	Классификация уязвимости и зданий по EMS-98	Общее количество зданий	В %
Категория 8. Здания с несущими стенами из самана или кирпича-сырца	A	225	53,0
Категория 7.1. Одноэтажные здания с несущими стенами из кирпичной кладки и деревянными балочными перекрытиями	B	126	29,0
Категория 6.3. Здания с несущими стенами из кирпичной кладки и монолитными железобетонными перекрытиями, запроектированные после 1957 года	C	34	8,0
Категория 6.3. Здания с несущими стенами из кирпичной кладки с железобетонными включениями (комплексные конструкции) и монолитными железобетонными перекрытиями	D	39	9,0
Категория 1.1. Крупнопанельные здания с монолитными стыковыми соединениями панелей стен между собой и плитами перекрытий	E	5	1,0
Итого:		429	100



Рис. 5 Уязвимость зданий в селе Джал

В обследованных 429ти объектах имеются 509 единиц недвижимого имущества с учетом квартир. Ориентировочно проживают 509 семей или в среднем 2523 жителей.

По диаграмме (рис.5) видно, что подавляющее большинство зданий существующей застройки относятся к классу «А» - 53% от общего количества объектов. Класс «В» составляет 29%, далее классы «С» и «D» по 8 и 9 % соответственно, и всего 1% зданий (крупнопанельные) относятся к классу «Е».

Оценка сейсмического риска зданий существующей застройки рассматриваемого села выполнена методом построения модели уязвимости зданий существующей застройки в численном выражении применив следующую формулу

$$СПУ = \sum (n_i * СПУ_i) / \sum n_i \quad (1)$$

- где:

Классы по EMS-98	A	B	C	D	E	F
Средний показатель уязвимости (СПУ)	6	5	4	3	2	1

При этом по результатам расчета значение среднего показателя уязвимости (СПУ) может варьироваться в пределах 1,0÷6,0. Значение СПУ чем ближе к единице, тем ниже сейсмический риск рассматриваемой площадки.

Результаты расчета показали значение среднего показателя уязвимости равной СПУ=5.23, означающее, что сейсмический риск данного села является весьма высоким.

На основе математического моделирования и соответствующих расчетов определено повреждаемость зданий согласно шкале EMS-98. На таблице 4 приведены результаты расчетов и математического моделирования.

Таблица 4 - Повреждаемость зданий при возможном землетрясении с интенсивностью 9 баллов.

Повреждаемость зданий по степеням согласно шкале EMS-98	%% повреждения застройки
1-й (незначительные, легкие повреждения)	1 %
2-й (умеренные повреждения)	9 %
3-й (существенные и тяжелые повреждения)	8 %
4-й (очень тяжелые повреждения)	82 %
5-й (разрушение)	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большинство обследованных зданий существующей застройки села Джал относятся к классу «А» - 53% от общего количества объектов. Класс «В» составляет

29%, далее классы «С» и «D» по 8 и 9 % соответственно, и всего 1% зданий относятся к классу «Е» по шкале EMS-98 [3].

В случае землетрясения с расчетной интенсивностью 9 баллов, 82% жилой застройки получают повреждения 4-й (очень тяжелые повреждения) и 5-й (разрушение) степени по шкале EMS-98 и получившие такие повреждения здания не допустимы к дальнейшей эксплуатации, 8% получают повреждения 3-й (существенные и тяжелые) степени, 9 % получают повреждения 2-й (умеренные) степени и лишь 1% зданий получают повреждения 1-й (незначительные, легкие) степени.

Для уменьшения ущерба при возможном землетрясении необходимо принять меры по усилению жилой застройки.

Мероприятия по усилению несейсмостойких зданий проводят на основе анализа их поведения в целом при воздействии сейсмических сил. Обеспечение требуемой сейсмостойкости существующих домов из глинистых материалов технически трудно осуществимо и может оказаться экономически нецелесообразным. Поэтому данные дома или заведомо должны восстанавливаться до уровня, не отвечающего всем требованиям норм по сейсмостойкому строительству, но обеспечивающего их пространственную устойчивость на действия статистических нагрузок и неравномерных осадок, или подлежат сносу с последующим возведением на территории участков новых домов отвечающих требованиям норм.

Учитывая низкий уровень населения и ограниченные финансовые возможности для покупки дорогих строительных материалов (например, жженого кирпича), по мнению автора целесообразно внедрить строительство зданий из «кош сынча» – двойного деревянного каркаса из местных материалов с подкосами и поперечинами, полностью воспринимающего статические и динамические нагрузки на здания, со стеновым заполнением из глинистых материалов, обеспечивающим комфортный микроклимат внутри здания. Такие здания очень устойчивы к сейсмическим и другим динамическим воздействиям, воздействию неравномерных осадок, селевых потоков. В этом приходилось неоднократно убеждаться при обследовании объектов, пострадавших от стихийных бедствий. Также можно будет разработать каталоги или памятки строительству индивидуальных жилых домов доступных для населения регионов Кыргызской Республики.

Оперативным обследованием села Джал установлено, что здания имеют очень большой разброс по повреждениям, а некоторые находятся в аварийном состоянии. Рекомендации по усилению несущих конструкций и повышению их сейсмостойкости могут быть даны только по результатам дополнительного детального обследования. Снос жилых домов возможен по соображениям сейсмической безопасности и экономической эффективности проводимых мер по усилению конструкций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СН КР 20-02:2018 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования», введенные в действие с 01.03.2019 г. приказом Госстроя КР от 31.12.2018г. №32.
2. СН КР 22-01:2018 «Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки», введенные в действие с 01.03.2019 г. приказом Госстроя КР от 31.12.2018г. №31.
3. Европейская Макросейсмическая Шкала 1998 (EMS-98).
4. СН КР 31-02:2018 «Проектирование и застройка территорий города Бишкек и сел, примыкающих к Ысык-Атинскому разлому», введенные в действие с 01.03.2019 г. приказом Госстроя КР от 31.12.2018г. №33.
5. **Абдрахматов К.Е., Бегалиев У.Т., Омуралиев М., Омуралиева А.** Сейсмическая опасность населенных пунктов и стратегических сооружений Кыргызской Республики. Бишкек: ОсОО «Триада Принт», 2019. – 98 с.
6. **Бегалиев У.Т.** Оценка сейсмического риска с использованием информационных технологий. Вестник КГУСТА. – 2011. – №2 (2 том). – С. 182-185.
7. **Усупаев Ш.Э., Орунбаев С.Ж., Молдобеков Б.Д., Бегалиев У., Паролай С., Бинди Д.** Система оповещения сейсмокатастроф для города Бишкек. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2014. № 33. С. 392-399.
8. **Tyagunov S., Stempniewski L., Grunhal G., Wahlstrom R. and Zschau L.** 2004. Vulnerability and Risk Assessment for Earthquake Pron Cities. Proceedings of the 13th World Conference. August 1-6./ Vancouver, BC, Canada.
9. Real-time risk assessment in seismic early warning and rapid response: a feasibility study in Bishkek (Kyrgyzstan) **Picozzi M., Bindi D., Pittore M., Kielsing K., Parolai S.** Journal of Seismology. 2013. T. 17. № 2. С. 485-505.
10. **Шокбаров Е.М.** Паспортизация зданий и сооружений города Алматы в целях обеспечения их сейсмической безопасности. Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2017. № 3 (29). С.26-27.
11. Отчет по теме: «Подготовка инженерных групп для оперативного обследования в зонах катастроф». Шифр 6-Н/97. КыргызНИИПС Бишкек 1997 г.
12. Методическое пособие «Строительство индивидуальных жилых домов в зонах сейсмической опасности Кыргызской Республики». КыргызНИИПСС Бишкек 2002.