

DOI:10.38045/iaeee-004

УДК 699.841

РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИИ ЗДАНИЙ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ К МОДЕЛИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

А.А. Абдыкалыков⁽¹⁾, У.Т.Бегалиев⁽²⁾

⁽¹⁾ КГУСТА им. Н. Исанова, ⁽²⁾ МУИТ, utbegaliev@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрена разработка классификации зданий для модели землетрясения Центральной Азии. Использование классификации зданий определены диаграммы уязвимости.

Ключевые слова: классификация зданий, существующая застройка, уязвимость.

DEVELOPMENT OF BUILDINGS CLASSIFICATION OF EXISTING CONSTRUCTION TO THE CENTRAL ASIA EARTHQUAKE MODEL

Akymbek A. Abdykalykov⁽¹⁾, Ulugbek T. Begaliev⁽²⁾

⁽¹⁾ KSUCTA named after N. Isanov, ⁽²⁾ IntUIT, utbegaliev@mail.ru

Abstract: The development of buildings classification for the Central Asia Earthquake Model is described in article. Diagrams of vulnerability were identified by using buildings classification.

Key words: buildings classification, existing construction, vulnerability.

БОРБОРДУК АЗИЯНЫН ЖЕР ТИТИРӨӨ МОДЕЛИНЕ КУРУЛУШТАРДЫН ИМАРАТТАРЫН КЛАССИФИКАЦИЯЛООНУ ИШТЕП ЧЫГУУ

А.А. Абдыкалыков⁽¹⁾, У.Т.Бегалиев⁽²⁾

⁽¹⁾ Н. Исанов ат. КГУСТА, ⁽²⁾ ЭИТУ, utbegaliev@mail.ru

Аннотация: Макалада Борбордук Азиядагы жер титирөөнүн модели үчүн турак үйлөрдүн классификациясын иштеп чыгуу каралган. Классификацияны пайдаланып бекемдүүлүктүн диаграммалары аныкталган.

Өзөктүү сөздөр: имараттардын классификациясы, учурдагы тамдар, бекемдик.

До 2015 года группой специалистов стран Центральной Азии и Геофизического Центра в Потсдаме проводились исследования по разработке Модели землетрясения Центральной Азии (EMCA) в рамках проекта Глобальная модель землетрясения (GEM).

Поставлена задача – разработать метод быстрой оценки сейсмической уязвимости зданий существующей застройки для городских и сельских населенных

пунктов с использованием метода дистанционного зондирования. Определить кривые уязвимости и составить соответствующие диаграммы.

Объективная оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки является основой для проведения превентивных мероприятий по предотвращению тяжелых последствий сильных землетрясений. Существуют методики разных стран Центральной Азии и СНиП по оценке сейсмостойкости выбранных зданий. Например на рис.1. приведена блок-схема из единой методики оценки сейсмостойкости зданий существующей застройки.

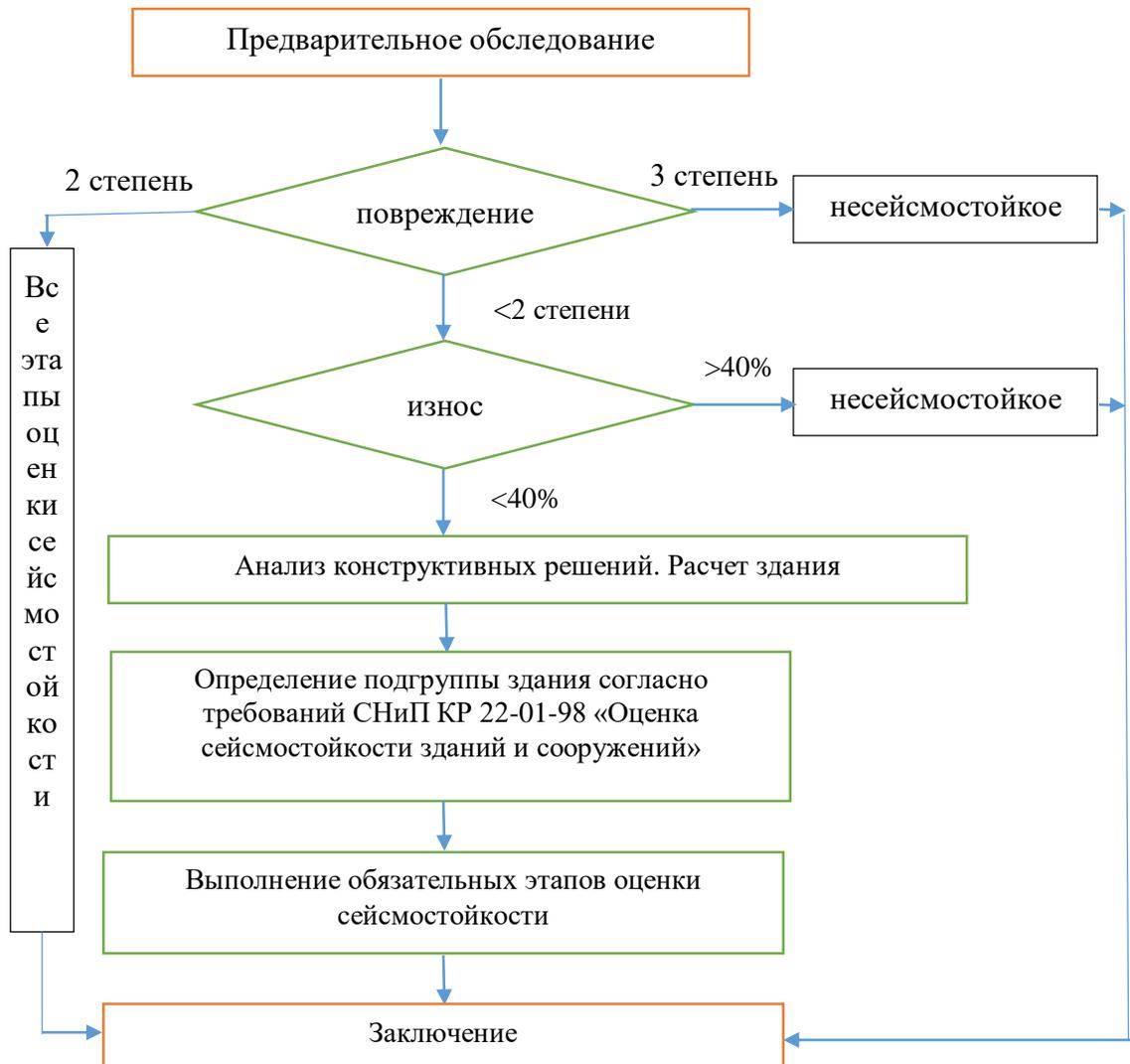


Рис.1. Общая Блок-схема

Посредством метода дистанционного считывания можно выполнить конструирование города зависимое от использованных данных [6]. Разработан

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

алгоритм ускоренной оценки сейсмической уязвимости и повышения сейсмостойкости зданий и сооружений (рис.2).

Спутниковые изображения обрабатываются, выделяются районы однотипных застроек, выбираются массовые постройки зданий одного типа, проводится визуальное выборочное обследование, используются современные инструменты и технологии сбора тахеометрических данных. По результатам имеющихся данных проводится исследовательский анализ, разрабатываются рекомендации по повышению сейсмостойкости посредством усиления или сносу зданий и сооружений.

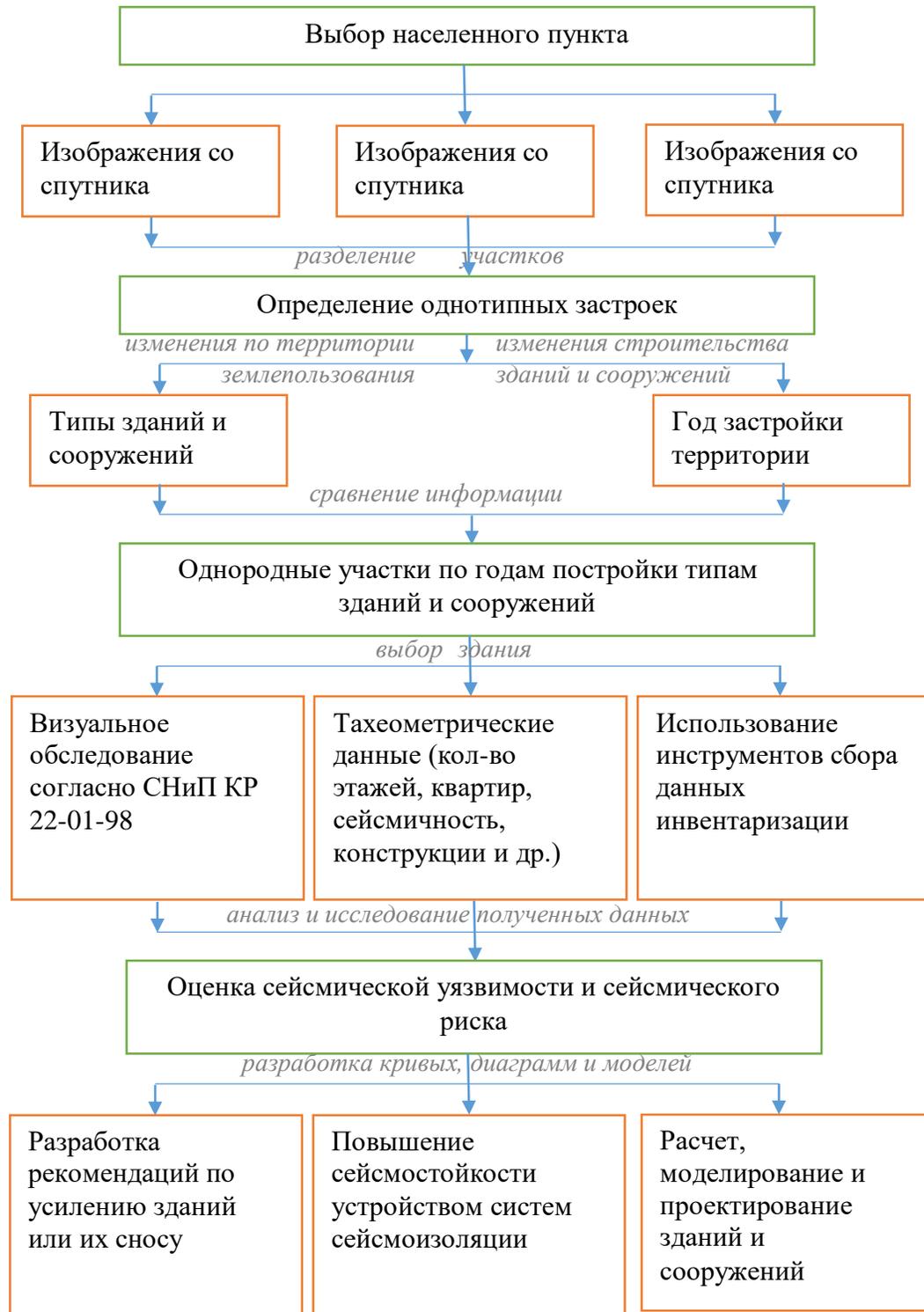


Рис.2 Алгоритм ускоренной оценки сейсмической уязвимости и повышения
сейсмостойкости зданий и сооружений

Входные данные использованные для этого анализа - снимки Landsat Thematic Mapper (TM) и Сканер Multispectral (MSS), с пространственным разрешением 30 м для TM и 60 м соответственно для MSS. Данные Landsat TM покрывают спектральный диапазон 0,45-2,35 м на 6 полосах, поскольку данные MSS покрывают диапазон 0,5-1,1 м на 4 спектральных полосах. Оба спутниковых сенсора имеют большой прокос-ширину 185 км, который учитывает захват города в целом в пределах одного или несколько снимков. Кроме того они охарактеризованы высокой временной частотой следования до 16 дней, имеется всемирный охват и публично доступен архив снимков начиная с 1972 г.

Формирование всеобъемлющего изображения удобно из-за следующих причин:

1. Захватывая сразу большое поле зрения позволяет захватывать неустановленную фазу. Если использовалась стандартная камера, то оператор должен обслужить множество съемок для захвата важных деталей. Это влияет на общую скорость обследования.

2. Нет необходимости опытных операторов и работа выполняется почти автоматически. Система легко устанавливается на автомобиле и проверяется оператором в автомобиле.

3. Расширенное поле зрения всеобъемлющей камеры дает возможность сделать вывод характеристик изображенных объектов в 3D.

Как только мы охарактеризуем преобразование 3D, связывающее две системы отсчета, мы можем получить реальные координаты 3D точек прилагая триангуляцию из двух центров прогнозов.

Две линии теоретически должны пересекаться в позиции 3D точки, которая генерировала два прогноза.

Для создания одинакового представления сейсмической уязвимости зданий на территории стран Центральной Азии разработана укрупненная классификация зданий существующей застройки. Для ЕМСА здания классифицированы в 6 типах: с несущими кирпичными стенами, с монолитными железобетонными стенами, из сборных

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ
 конструкций заводского изготовления (крупнопанельные), со стенами из глинистых материалов, здания из деревянных и из металлических конструкций.

По результатам работ представлена следующая классификация зданий в табличном виде (табл.1).

Таблица 1 – Расширенная классификация зданий

Под- груп- пы	Описание	по нормам страны			
		КыргР	Ртадж	РТурк м	РУз
EMCA-1 – Здания с несущими кирпичными стенами					
1,1	Кладка без усиления - здания со стенами из кирпичей, камней, блоков в цементном или глиняном растворе (без антисейсмических мероприятий) - деревянные перекрытия	КУ-1.4	ТА-9	TU-3	UZ-3
1,2	Кладка без усиления - здания со стенами из кирпичей, камней, блоков в цементном или глиняном растворе (без антисейсмических мероприятий) - плиты перекрытия	КУ-1.5 КУ-1.6			
1,3	Кладка с железобетонными включениями	КУ-1.1 КУ-1.2	ТА-8	TU-4.1	
1,4	Кладка с антисейсмическими мероприятиями (н.: с сейсмопоясом и т.д.)	КУ-1.3	ТА-5 ТА-7	TU-5.1	
EMCA-2 – Здания с монолитными железобетонными стенами					
2,1	Здания с монолитным железобетонным каркасом	КУ-2.1	ТА-2.3		
2,2	Здания с монолитным железобетонным каркасом и диафрагмами жесткости	КУ-2.2	ТА-2.1		

**ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ
СТРОИТЕЛЬСТВУ**

2,3	Здания с монолитным железобетонным каркасом и кирпичным заполнением	KY-2.3	TA-2.2		
2,4	Здания со стенами из монолитного железобетона	KY-4	TA-3		
EMCA-3 – Здания из сборных конструкций					
3,1	Сборные крупнопанельные здания с монолитными стыковыми соединениями - Серия 105	KY-3.1	TA-4	TU-5.2	
3,2	Сборные крупнопанельные здания со стыковыми соединениями панелей и плит перекрытия на сварке закладных деталей - Серия 464	KY-3.2	TA-4	TU-8.1	
3,3	Здания безригельное со сборным каркасом (колонны и перекрытия) - Серия КУБ	KY-2.8			
3,4	Сборный железобетонный каркас с линейными элементами со сварными соединениями в зоне максимальных нагрузок с жесткой стеной в одном направлении - Серии 111, ИИС-04				UZ-4
EMCA-4 – Здания со стенами из глинистых материалов					
4,1	Здания из самана или из глинистых материалов	KY-9.5	TA-11.1	TU-1.1	UZ-1, UZ-2
EMCA-5 – Деревянные здания					
5,1	Здания с несущими конструкциями деревянной рамы	KY-9.7	TA-10		UZ-23
5,2	Здания с деревянными рамами и глинистым заполнением	KY-9.6	TA-11.3	TU-1.2	UZ-15
EMCA-6 – Здания из металлических конструкций					
6	Здания из металлических конструкций	KY-8		TU-9	UZ-24

Далее по методике профессора С. Бржев составлены диаграммы уязвимости для городских и сельских населенных пунктов. Определены районы строительства с

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

несейсмостойкими зданиями и сооружениями в столицах и районных центрах стран ЦА.

Параллельно многим научно-исследовательским работам разработана Всемирная энциклопедия конструктивных схем жилых зданий, в том числе зданий и сооружений существующей застройки Кыргызской Республики [9].

По завершению работы составлены кривые уязвимости для каждой конструктивной схемы зданий и сооружений существующей застройки, определены степени риска, разрабатывались единая классификация зданий и диаграммы уязвимости по шкалам MSK-64 и EMS-98 для всех типов зданий территории стран Центральной Азии.

Результаты интегрированной оценки сейсмической уязвимости на основе всеобъемлющей визуализации можно представить в зависимости от шести типов конструктивных решений EMCA и расположений зданий в населенных пунктах (табл.2).

Выбраны два варианта для населенного пункта с более 50,0тыс. жителями (город) и менее 50,0тыс. жителями (районный центр или малый город). Здесь примерные участки приняты на примере города Бишкек и районного центра в городе Карасуу (рис.3).

Таблица 2 – Соотношение классификации EMCA конструктивных решений зданий существующей застройки в городе и районном центре

Тип EMCA	Конструктивное решение здания	Расположение населенного пункта	
		% город	% район
EMCA-1	Здания с несущими кирпичными стенами	35%	8%
EMCA-2	Здания с монолитными железобетонными стенами	7%	0%
EMCA-3	Здания из сборных железобетонных конструкций	39%	4%
EMCA-4	Здания со стенами из глинистых материалов	15%	77%
EMCA-5	Деревянные здания	3%	11%

EMCA-6	Здания из металлических конструкций	1%	0%
--------	-------------------------------------	----	----

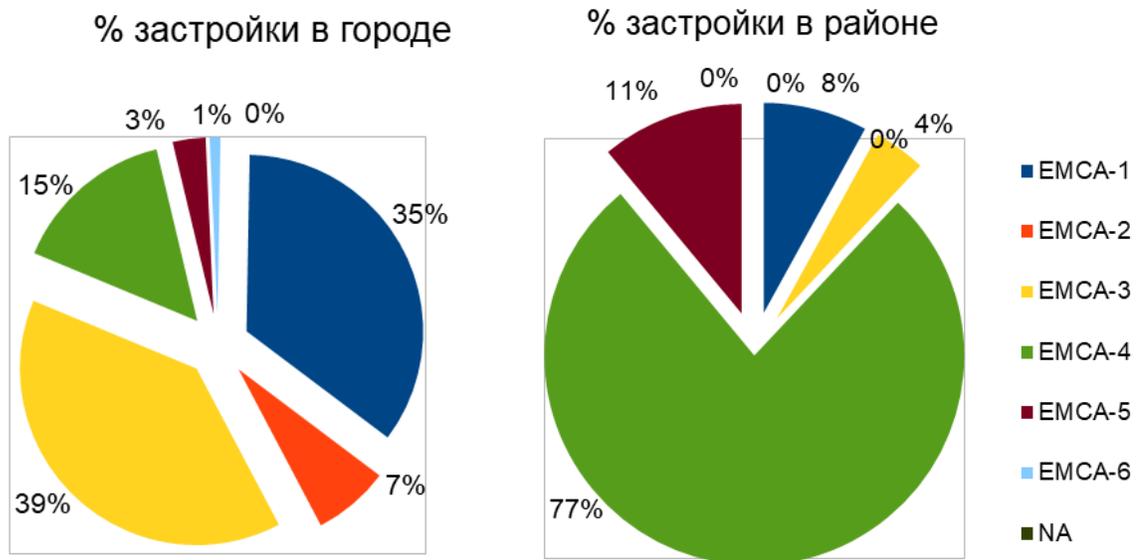


Рис.3 Схема процентного соотношения существующей застройки в городе и районном центре

В заключении можно сказать, что предложенная классификация зданий существующей застройки применима для стран Центральной Азии с учетом группировки конструктивных решений зданий. По классификации можно определить какие типы зданий расположены в определенных районах сейсмической интенсивности и предварительно дает возможность прогноза оценки сейсмической уязвимости и сейсмического риска на основании предыдущих исследований.

Литература

- Bevington, J., R. Eguchi, C. Huyck et al. (2012). Exposure Data Development for the Global Earthquake Model: Inventory Data Capture Tools, Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering.
- Brzev, S., C. Scawthorn, A.W. Charleson and K. Jaiswal (2012). Interim Overview of GEM Building Taxonomy V2.0, Report produced in the context of the GEM Building Taxonomy Global Component.
- FEMA 154 (2002). Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook, 2nd ed. ATC, Washington D.C.
- Giardini, D., G. Grünthal, K. Shedlock and P. Zhang (1999). The GSHAP Global Seismic Hazard Map, *Annali di Geofisica*, 42 (6), 1225-1230.
- Grünthal, G., R.M.W. Musson, J. Schwarz and M. Stucchi (1998). European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98), European Seismological Commission.
- Havenith, H.B., A. Strom, D. Jongmans, A. Abdrakhmatov, D. Delvaux and P. Tréfois (2003). Seismic triggering of landslides, Part A: Field evidence from the Northern Tien Shan, *Natural Hazards and Earth System Science*, 3, 135-149.

- King, S., V. Khalturin and B. Tucker (1999). Seismic Hazard and Building Vulnerability in Post-Soviet Central Asian Republics, Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Earthquake Risk Management Strategies for Post-Soviet Central Asian Republics: Avoiding Repetition of 1988 a Shakhalin Disasters, Almaty, Kazakhstan, 22-25 October 1996. Kluwer, Dordrecht.
- Pittore, M., and M. Wieland (2013). Toward a rapid probabilistic seismic vulnerability assessment using satellite and ground-based remote sensing, *Natural Hazards*, 68 (1), 115-145; doi:10.1007/s11069-012-0475-z.
- Ullah, S., D. Bindi, M. Pilz, L. Danciu, G. Weatherill, E. Zuccolo, A. Ischuk, N.N. Mikhailov, K. Abdrakhmatov and S. Parolai (2015a). Probabilistic seismic hazard assessment for Central Asia, *Annals of Geophysics*, 58 (1), S0103; doi:10.4401/ag-6687.
- Ullah, S., D. Bindi, M. Pilz and S. Parolai (2015b). Probabilistic seismic hazard assessment of Bishkek, Kyrgyzstan, considering empirically estimated site effects, *Annals of Geophysics*, *Annals of Geophysics*, 58 (1), S0105; doi:10.4401/ag-6682.
- Wieland, M., M. Pittore, S. Parolai et al. (2012a). Estimating building inventory for rapid seismic vulnerability assessment: Towards an integrated approach based on multi-source imaging, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 36, 70-83; doi:10.1016/j.soildyn.2012.01.003.
- Wieland, M., M. Pittore, S. Parolai and J. Zschau (2012b). Exposure Estimation from Multi-Resolution Optical Satellite Imagery for Seismic Risk Assessment, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 1, 69-88; doi:10.3390/ijgi1010069.
- Wieland, M., M. Pittore, S. Parolai, U. Begaliev, P. Yasunov, J. Niyazov, S. Tyagunov, B. Moldobekov, S. Saidiy, I. Ilyasov, T. Abakanov (2015). Towards a cross-border exposure model for the Earthquake Model Central Asia, *Annals of Geophysics*, 58, 1, 2015, S0106; doi:10.4401/ag-6663.
- Wieland, M., M. Pittore, S. Parolai and J. Zschau (2012c). Remote sensing and omnidirectional imaging for efficient building inventory data-capturing: Application within the Earthquake Model Central Asia, *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2012 IEEE International*, 3010-3013.
- Wieland, M., and M. Pittore (2014). Performance evaluation of machine learning algorithms for urban pattern recognition, *Remote Sensing*, 6, 2912-2939.
- Wieland, M., M. Pittore, S. Parolai et al. (2015). A multiscale exposure model for seismic risk assessment in Central Asia, *Seismological Research Letters*, 86, 1-13; doi:10.1785/0220140130.