

Известия вузов. Строительство. 2023. № 3. С. 119–137.

ISSN 0536-1052

News of Higher Educational Institutions. Construction. 2023; (3): 119–137.

ISSN 0536-1052

Научная статья

УДК 691.54

DOI: 10.32683/0536-1052-2023-771-3-119-137

Original article

REVIEW OF RESEARCH ON THE SECURITY RISKS OF ANCIENT BUILDINGS IN CHINA BASED ON THE CITESPACE PROGRAM

Jian Ma, Weidong Yan, Xing Wang, Siqi Niu
Shenyang Jianzhu University, Liaoning Shenyang China

Abstract. The 14th Five-Year Plan for the Protection of Cultural Relics and Scientific and Technological Innovation proposes to complete the practical transformation from the rescue protection of ancient buildings to the preventive protection. Therefore, risk assessment is an important prerequisite for the protection of ancient buildings. In order to grasp the research status, hotspots and trends of safety risk of ancient building in China, this paper uses CiteSpace for visual analysis 323 relevant articles of safety risk of ancient building in China National Knowledge Network (CNKI) database before 2020. The results show that research hotspots in this field are safety risk assessment method, fire risk assessment, seismic risk assessment, fire safety, protection and restoration of ancient building. The frontier of research focuses on damage monitoring technique, model building means, artificial intelligence algorithm of safety risk of ancient building. The research results are of great significance for strengthening the heritage of historical and cultural value of ancient architecture and reducing the economic cost of ancient architecture protection.

Keywords: safety risk, rate, ancient building, CiteSpace, fire

For citation: Jian Ma, Weidong Yan, Xing Wang, Siqi Niu. Review of research on the security risks of ancient buildings in China based on the CiteSpace program. *News of Higher Educational Institutions. Construction.* 2023; (3): 119–137. (In Engl.). DOI: 10.32683/0536-1052-2023-771-3-119-137.

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ РИСКОВ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДРЕВНИХ ЗДАНИЙ В КИТАЕ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММЫ CITESPACE

Цзянь Ма, Вэйдун Янь, Синг Ван, Сики Ниу
Шэньянский университет Цзяньчжу, Шэньян, Ляонин, Китай

Аннотация. Согласно 14-му пятилетнему плану по охране культурных реликвий и научно-техническим инновациям, предлагается завершить практический переход от экстренной защиты древних зданий к превентивной защите. Таким образом, оценка рисков является важным предварительным условием для осуществления соответствующих работ. Чтобы получить представление о состоянии исследований, «горячих точках» и тенденциях, связанных с рисками для безопасно-

© Jian Ma, Weidong Yan, Xing Wang, Siqi Niu, 2023

© Цзянь Ма, Вэйдун Янь, Синг Ван, Сики Ниу, 2023

сти старинных зданий в Китае, при написании этой статьи использовалась программа CiteSpace для визуального анализа 323 соответствующих статей, посвященных рискам для безопасности состояния старинных зданий, находящихся в базе данных Национальной инфраструктуры знаний Китая (CNKI) до 2020 г. Результаты показывают, что «горячими точками» исследований в этой области являются метод оценки рисков безопасности, оценка пожарного и сейсмического риска, пожарная безопасность, защита и реставрация старинных зданий. Главная область исследований сосредоточена на методике мониторинга повреждений, средствах построения моделей, алгоритме искусственного интеллекта оценки риска безопасности древнего здания. Результаты исследования имеют большое значение для поддержки ценности историко-культурного наследия старинной архитектуры и снижения экономических затрат на ее охрану.

Ключевые слова: риск для безопасности, оценивать, старинное здание, CiteSpace, огонь

Для цитирования: Цзянь Ма, Вэйдун Янь, Синг Ван, Сики Ниу. Обзор исследований рисков для безопасности древних зданий в Китае на основе программы CiteSpace // Известия вузов. Строительство. 2023. № 3. С. 119–137. DOI: 10.32683/0536-1052-2023-771-3-119-137.

Introduction. As an important part of historical relics, ancient buildings contain rich information and cultural connotation of civilization, which is of great value in historical and cultural inheritance. However, ancient buildings have the characteristics of complex structure, non-regenerative and non-recoverable. In recent years, due to earthquake, fire and other disasters, many ancient buildings have been destroyed, which has caused irreversible major economic losses to China. However, most of the current study on risk assessment of ancient building in our country was the damage of ancient building caused by fire and earthquake, which can't meet the realistic need of ancient building preventative protection. Therefore, in the context of AI and big data, it is of great theoretical and economic value for the scientific evaluation and prevention of the safety risks of ancient buildings and promote intelligent operation, maintenance and health management of ancient buildings to fully grasp the research status

Введение. Являясь важной частью исторических реликвий, древние здания несут в себе богатую информацию о культурном значении цивилизации, что представляет большую ценность в аспекте исторического и культурного наследия. При этом старинные здания обладают характеристиками сложной структуры, не возобновляемой и не поддающейся восстановлению. В последние годы из-за землетрясений, пожаров и других стихийных бедствий было разрушено множество древних зданий, в результате чего Китай понес серьезные экономические потери. Однако значительная часть исследования, посвященного оценке рисков для состояния старинных зданий, рассматривает ущерб, причиняемый пожарами и землетрясениями, что не отвечает требованиям, предъявляемым к мерам по превентивной защите. Таким образом, в контексте применения искусственного интеллекта и данных, понимание того, на каком этапе находятся в настоящий момент исследования, посвященные рискам для состояния старинных зданий в Китае, представляет теоретическую и экономическую значимость для научной оценки и устранения рисков безопасности старинных зданий, а также для содействия в интел-

of the safety risks of ancient buildings in China.

Methods and data. The analysis objects of this paper are 323 items of literature published in the database of China National Knowledge Network (CNKI). In order to enhance the timeliness and comprehensiveness of the research, the author took before 2020 as the time limit to carry out subject retrieval. In the CNKI database, according to “theme” = “ancient building” or “historical building” and “safety risk” and “assessment” and “theme” = “ancient building” or “historical building” and “fire”, “fire prevention”, “earthquake”, “seismic”, “lightning protection” and “searching and assembly”, 329 items of literature were retrieved. After the weighting of books, newspapers, conferences, yearbooks, and notices, 323 articles were quoted from domestic journals.

This research, using CiteSpace software for visual analysis of 323 items of literature, includes three steps. Firstly, the publication time and quantity of the literature are summarized, and the development trend of the safety risk field of ancient buildings is analyzed. Secondly, the co-word analysis and cluster analysis are carried out on the literature, and based on the results, the representative literature is targeted to study, to obtain the hot research topics, research frontiers and deficiencies in the field of safety risk of ancient buildings. Finally, the future research direction in the field of safety risk of ancient buildings is proposed.

Visual analysis of literature on the study of “security risk of ancient buildings”. *Analysis of annual publications.* The publication year and quantity distribution of relevant research papers in China were analyzed, as shown in Fig. 1. Domestic research on the safety risk of ancient

лектуальной эксплуатации, техническом обслуживании и управлении состоянием старинных построек.

Методы и данные. Объектами анализа данной статьи являются 323 наименования литературы, опубликованные в базе данных Национальной инфраструктуры знаний Китая (CNKI). Чтобы повысить своевременность и всесторонность исследования, для проведения предметного поиска автор выбрал срок до 2020 г. в качестве предельного. В базе данных CNKI, согласно «тема» = «древнее здание» или «историческое здание» и «риск безопасности» и «оценка» и «тема» = «древнее здание» или «историческое здание» и «пожар», «предотвращение пожара», «землетрясение», «сейсмичность», «защита от попадания молнии» и «поиск и сборка», было извлечено 329 единиц литературы.

Это исследование, проведенное с использованием программного обеспечения CiteSpace для визуального анализа 323 единиц литературы, включает в себя три этапа. Во-первых, суммируются время публикации и количество литературы, а также анализируется тенденция развития области рисков для безопасности древних зданий. Во-вторых, проводится пословный и кластерный анализ с использованием источников, на основе результатов определяется репрезентативная литература для изучения, с целью установления актуальных тем, границ исследований и наличия недостатков в борьбе с рисками, угрожающими безопасности древних зданий.

Визуальный анализ литературы по исследованию «Угрозы безопасности древних зданий». *Анализ ежегодных публикаций.* Было проанализировано распределение количества соответствующих исследовательских работ в Китае по годам (рис. 1). Отечественные исследования рисков, несущих угрозу безопасности древних зданий, нача-

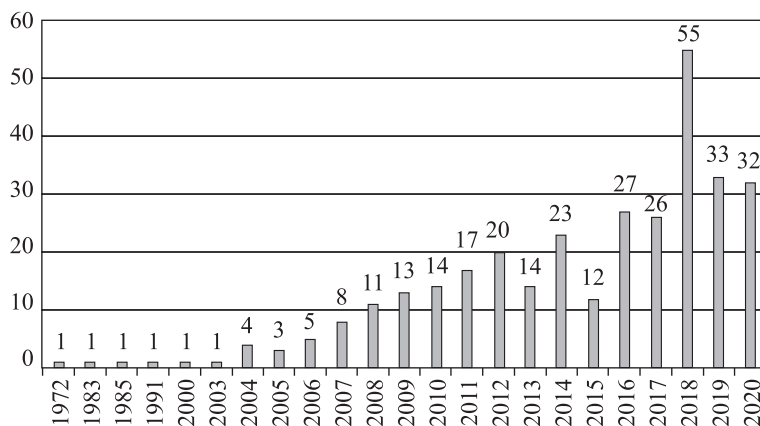


Fig. 1. The number and overall trend of published literature on the safety risk of ancient buildings in China

Рис. 1. Количество и распределение по годам опубликованной литературы по исследованиям рисков, несущих угрозу безопасности древних зданий в Китае

buildings originated in 1972 and can be divided into three stages:

– the first stage (1972–2003) – in the embryonic stage, only 6 papers were published in 32 years;

– the second stage (2004–2012) – at the initial stage, the number of publications increased gradually, with 95 pieces in 9 years;

– the third stage (2013–2020) – in the development stage, except for sharp decrease and sharp increase in 2015 and 2018, the overall number of papers showed a steady growth trend, with 222 published items of literature in 10 years.

Research Focus Analysis. Keywords can reflect the core content of a literature research, and the most focused and relevant research problems in a certain discipline can be mastered by analyzing the co-words of keywords. By using The CiteSpace software, the time slice is set as 1 year, and the time parameter is set as before 2020. Keywords are selected as node types to conduct co-word analysis of keywords in 323 documents in the field of security risks

listed in 1972. Here we can identify three stages:

– the first (1972–2003 гг.) – on the embryonic stage for 32 years only 6 articles were published;

– the second (2004–2012 гг.) – in the initial stage the number of publications gradually increased, totaling 95 articles in 9 years;

– the third (2013–2020 гг.) – in the development stage, except for a sharp decrease and sharp increase in 2015 and 2018, the overall number of papers showed a steady growth trend, and for 10 years 222 titles of literature were published.

Analysis of target research. Key words can reflect the main content of literary research, and the most focused and relevant research problems in a certain discipline can be mastered by analyzing the combinations of key words. When using the CiteSpace software, the time slice is set as 1 year, and the time parameter is set as before 2020. Key words were selected as node types for co-word analysis of their coincidences in 323 documents

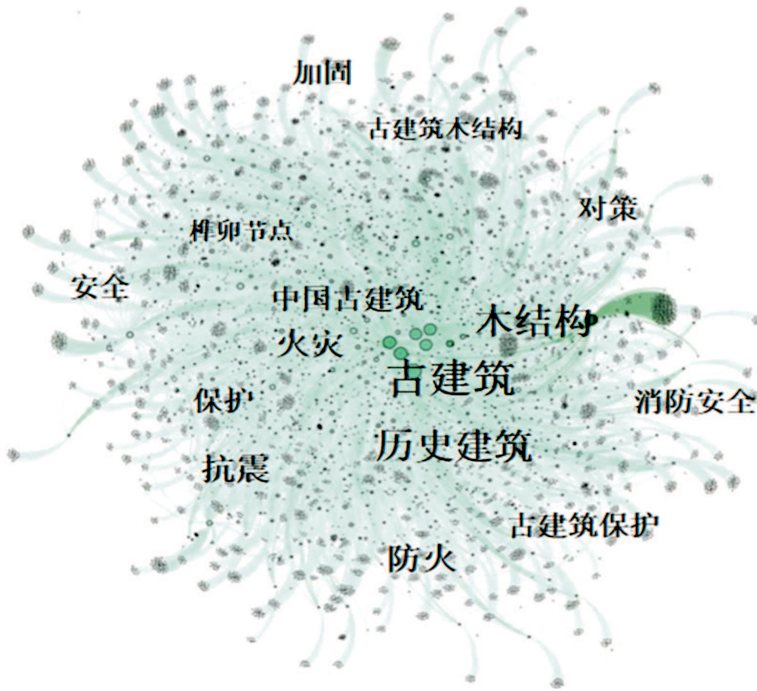


Fig. 2. Keywords co-occurrence knowledge map of ancient building safety risk research

Рис. 2. Карта совпадений ключевых слов в исследованиях, посвященных изучению рисков, несущих угрозу безопасности древних зданий

of ancient buildings and generate co-occurrence knowledge graph, as shown in Fig. 2.

At the same time, the keywords with frequency greater than or equal to 30 were statistically analyzed, as shown in Fig. 1.

As can be seen from Fig. 2 and Table 1, “research hotspots” in the field of safety risk of ancient buildings focus on fire risk, fire safety, seismic, fire prevention, protection, and other aspects of ancient buildings, especially the fire risk evaluation of ancient wooden structures is the focus of domestic scholars. The main reason is that both fire and earthquake can cause devastating damage to ancient buildings, which is indeed an important risk factor threatening the safety of ancient buildings. Thus, the

ментях, посвященных исследованиям в области рисков, несущих угрозу безопасности древних зданий. На основе полученных результатов и создан график совпадений (рис. 2).

В то же время были статистически проанализированы ключевые слова с частотой, превышающей или равной 30 (см. рис. 1).

Как видно из рис. 2 и табл. 1, «горячие точки» исследований в области риска безопасности древних зданий сосредоточены на риске пожаров, пожарной безопасности, сейсмоустойчивости, противопожарной профилактике, защите и других аспектах охраны древних зданий, при этом в центре внимания отечественных ученых находится оценка риска пожаров, особенно оценка пожарного риска древних деревянных конструкций. Важно понимать, что и пожар, и землетрясение могут нанести существенный ущерб древ-

Table 1. Ancient building safety risk research Keywords statistics

Year	Keywords	Frequency	Centrality
2004	Fire	51	0.17
2004	Timberwork	48	0.29
2004	Fire safety	45	0.06
2008	Protect	31	0.08
1991	Fire prevention	30	0.20
2004	Anti-seismic	30	0.13

Таблица 1. Статистика совпадений ключевых слов в исследованиях, посвященных изучению рисков, несущих угрозу безопасности древних зданий

Год	Ключевые слова	Частота	Центральность
2004	Огонь	51	0,17
2004	Бревенчатая кладка	48	0,29
2004	Пожарная безопасность	45	0,06
2008	Защищать	31	0,08
1991	Предотвращение пожаров	30	0,20
2004	Сейсмоустойчивый	30	0,13

research hotspot analysis results obtained by Citespace are quite consistent with the actual situation of safety risks of ancient buildings. In order to further explore the “research hotspots” in the field of safety risks of ancient buildings, this paper conducts qualitative analysis on some of the author's main hotspots, as shown in Table 2.

After careful study and analysis of the typical literature in Table 2, the following deficiencies were summarized:

– the ancient building safety risk assessment method has disadvantages, such as expert scoring method is too subjective, analytic hierarchy process in the hierarchy is large calculation is complicated, the extension of matter-element assessment method and indistinct comprehensive evaluation method to calculate trival, accident tree analysis results are greatly

ним зданиям, а это действительно – важный фактор риска, угрожающий безопасности древних зданий. Таким образом, результаты исследования и анализа, полученные при использовании программного обеспечения CiteSpace, вполне соответствуют реальной ситуации с исследованиями в области рисков, несущих угрозу безопасности древних зданий. Чтобы дополнительно изучить «горячие точки» в данной статье проводится их качественный анализ (табл. 2).

После тщательного изучения и анализа тематической литературы, приведенной в табл. 2, были обобщены следующие недостатки системы оценки риска безопасности древних зданий:

– метод экспертной оценки слишком субъективен, процесс аналитической иерархии представляет собой довольно сложное и масштабное вычисление, методы оценки расширения элементов материи и нечеткой комплексной оценки весьма заурядны, на результаты анализа дерева аварий боль-

Table 2. Qualitative analysis of “research hotspots” in the field of safety risk of ancient buildings

“Research hotspot”	Representative author	Research methods	Research contents
1	2	3	4
Security risk assessment	Xia Qing, Wang Xuefei	Analytic hierarchy process, Fuzzy comprehensive evaluation method, Safety Checklist Analysis, Accident Tree Analysis	The suitability of several methods in risk assessment of historical blocks is analyzed
	Li Huishan	Analytic hierarchy process combining extension set and correlation function	It is verified that the safety evaluation model of brick wood structure ancient buildings is scientific and reasonable
	Xu Shuai, Guo Xiaodong, Ling Chengjian et al	Grey system theory, Fuzzy mathematics, Set pair analysis theory	Safety evaluation of ancient wooden buildings
	Zhang Dejun	Finite element model combined with field inspection	The safety of Shen Yisheng's residence in Shanghai is evaluated
	Yang Na	UAV and computer vision	The crack monitoring system of wood structure of Chinese ancient buildings is established
Fire risk assessment	Guan Yuxi, Xu Zhisheng	Analytic hierarchy process	The fire risk of ancient buildings is evaluated
	Kang Xuefeng	Simple weighted calculation method	Judging the fire risk degree of ancient buildings, it is considered that the smaller the evaluation value is, the greater the minimum risk value is
	Ma Li, Liu Han	AHP, EWM and Five-element connection number	The set pair theory is introduced into the fire risk assessment of ancient buildings, and a five-element connection number fire risk assessment model based on set pair analysis is constructed, which realizes the effective combination of static and dynamic risk assessment
	Yin Jie	Entropy weight extension model and Fuzzy comprehensive evaluation method	Fujian Tulou fire is calculated, and the fire safety risk level of Tulou is classified as grade III

End of the table 2

1	2	3	4
Seismic risk assessment	Zhou Qian, Chen Ping	Induction and analysis Fragility curves	The seismic structure of ancient wooden buildings is evaluated
	Liu Chaofeng	Two parameter seismic failure model, Seismic failure probability matrix	The structural damage probability of ancient wooden buildings under different earthquake intensity is calculated
	Pan Yi, Bai Fuyu, Gao Dafeng, Li Ning	Fuzzy mathematics, Fuzzy mathematics, Finite element model, Energy dissipation, Seismic intensity parameters, Probability method	The seismic damage state and vulnerability of ancient wooden buildings are comprehensively evaluated
	Wang Xiaodong	Numerical simulation	Taking Cangzhou Iron Lion cultural relics as the object, the seismic performance of iron lion under the action of 8-degree rare earthquake (PGA = 0.4g) is studied
	Xue Jianyang	Structural potential and energy dissipation criterion	The earthquake damage of ancient buildings is evaluated
	Zhang Xicheng	The shaking table model of wood structure is established	This paper studies the collapse resistance of large wooden structure with Dougong under horizontal earthquake
	Huan Junhong	Gaussian Copula	Based on Copula function, a seismic vulnerability analysis method of ancient wooden buildings considering the correlation between different failure modes of structures is proposed

Таблица 2. Качественный анализ «горячих точек» в области исследований рисков, несущих угрозу безопасности древних зданий

«Горячая точка» исследований	Репрезентативный автор	Методы исследования	Содержание исследования
1	2	3	4
Оценка рисков для безопасности	Ся Цин, Ван Сюэфэй	Процесс аналитической иерархии, метод нечеткой комплексной оценки, анализ контрольного списка безопасности, анализ древа чрезвычайных ситуаций	Проанализирована пригодность нескольких методов для оценки рисков исторических блоков

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
Оценка рисков для безопасности	Ли Хуэйшань	Процесс аналитической иерархии, объединяющий набор расширений и корреляционную функцию	Научно обоснована и подтверждена модель оценки безопасности древних зданий с кирпично-деревянными конструкциями
	Сюй Шуай, Го Сяодун, Лин Чэнцзянь и др.	Теория серых систем, нечеткая математика, теория анализа пар множеств	Оценка безопасности старинных деревянных зданий
	Чжан Дэцзюнь	Конечно-элементная модель в сочетании с полевым контролем	Проводится оценка безопасности резиденции Шэнь Ишэна в Шанхае
	Ян На	Беспилотный летательный аппарат и компьютерное зрение	Установлена система мониторинга трещин в деревянных конструкциях древних китайских зданий
Оценка пожарного риска	Гуань Юйси, Сюй Чжишэн	Процесс аналитической иерархии	Оценивается пожароопасность старинных зданий
	Янг Сюэфэн	Простой метод взвешенного расчета	При оценке степени пожарной опасности древних зданий считается, что чем меньше оценочное значение, тем больше минимальное значение риска
	Ма Ли, Лю Хань	Процесс аналитической иерархии, раннее предупреждение и мониторинг, номер соединения из пяти элементов	При оценке пожарного риска старинных зданий была использована теория множества пар, а также построена модель оценки пожарного риска с пятиэлементным номером соединения, основанная на анализе множества пар, которая реализует эффективное сочетание статической и динамической оценки риска
	Инь Цзе	Модель расширения энтропийного веса и метод нечеткой комплексной оценки	Проведена оценка пожара в Фуцзянь-Тулоу, уровню риска пожарной безопасности в Тулоу присвоен III класс
Оценка сейсмического риска	Чжоу Цянь, Чэнь Пин	Индукция и анализ, кривые хрупкости	Проведена оценка сейсмической структуры древних деревянных зданий
	Лю Чжаовэнь	Модель сейсмического разрушения, состоящая из двух параметров; матрица вероятности сейсмического разрушения	Произведен расчет вероятности повреждения конструкций древних деревянных зданий при различной интенсивности землетрясений

1	2	3	4
Оценка сейсмического риска	Пан И, Бай Фую, Гао Дафэн, Ли Нинг	Нечеткая математика, конечно-элементная модель, рассеивание энергии, параметры сейсмической интенсивности, вероятностный метод	Проведена всесторонняя оценка сейсмических повреждений и уязвимости древних деревянных зданий
	Ван Сяодун	Численное моделирование	В качестве объекта взята культурная реликвия Цанчжоу Железный лев, на примере которой были изучены сейсмические характеристики под воздействием землетрясения в 8 баллов (PGA = 0,4g)
	Сюй Цзяньян	Структурный потенциал и критерий рассеивания энергии	Проведена оценка ущерба, нанесенного древним зданиям под воздействием землетрясения
	Чжан Сичэн	Установлена модель вибростол с деревянной структурой	В данной работе изучается устойчивость большой деревянной конструкции с дугом к разрушению, вызванному горизонтальным землетрясением
	Хуан Чжунхун	Гауссова связка	На основе функции связки был предложен метод анализа сейсмической уязвимости древних деревянных зданий, учитывающий корреляцию между различными режимами разрушения конструкций

influenced by calculating process, finite element analysis precision floating is bigger, etc;

– the existing ancient building safety risk assessment lack of relevant standards and norms as a support;

– most of the existing studies on the safety risk of ancient buildings are based on a single disaster under the background of earthquake or fire, and lack of studies on the coupling of multiple disasters, which cannot meet the research needs of complex disaster chain;

шое влияние оказывает сам процесс вычислений, точность анализа методом конечного элемента колеблется в очень широком диапазоне и т.д.;

– отсутствуют соответствующие стандарты и нормативы, которые могли бы служить в качестве опоры;

– большинство существующих исследований, посвященных риску безопасности древних зданий, берут за основу единичную катастрофу – землетрясение или пожар – и при отсутствии данных о взаимосвязи нескольких катастроф не могут провести должного анализа сложной цепочки бедствий;

– the existing safety risks of ancient buildings are all evaluated at a certain point, lacking dynamic monitoring and whole-life cycle safety risk assessment.

Development trend and research frontier. Fig. 3 is the clustering time diagram of literature keywords in the field of safety risk of ancient buildings. The clustering result is composed of 11 modules (no. 0–10), each cluster is composed of several closely related phrases, and the cluster with the smallest number contains the most keywords. According to the cluster name and the time of their rise, the research development trend in the field of safety risk of ancient buildings can be roughly divided into four stages:

1) 1991–2020 (no. 0 fire safety, no. 3 historical buildings) – mainly studied the fire safety of historical buildings;

2) 2004–2020 (no. 1 fire, no. 2, 8, 10 earthquake resistance, no. 4 Chinese ancient timber structure buildings, no. 5 ancient timber structure buildings, no. 7 ancient timber struc-

– все известные риски безопасности древних зданий оцениваются только на определенном этапе, без учета динамического мониторинга и оценки рисков безопасности на протяжении всего жизненного цикла.

Тенденции развития и рубежи исследований. На рис. 3 представлена временная диаграмма кластеризации ключевых слов в литературе, посвященной областям риска для безопасности древних зданий. Результат кластеризации включает 11 модулей (№ 0–10), каждый кластер состоит из нескольких тесно связанных фраз, а кластер с наименьшим числом содержит наибольшее количество ключевых слов. В соответствии с названием кластера и временем его возникновения в направлении развития исследований в области риска безопасности древних зданий можно условно выделить четыре периода:

1) 1991–2020 гг. (пожарная безопасность № 0, исторические здания № 3) – внимание уделяется пожарной безопасности исторических зданий;

2) 2004–2020 гг. (№ 1 пожаростойкость, № 2, 8, 10 сейсмостойкость, № 4 китайские древние деревянные здания,

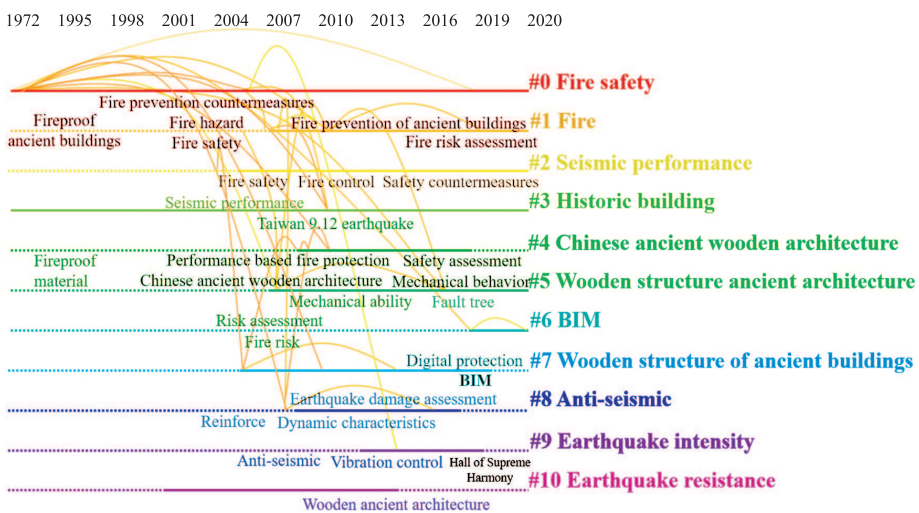


Fig. 3. Cluster time diagram of ancient building safety risk research literature

Рис. 3. Кластерная временная диаграмма литературы по исследованиям рисков безопасности древних зданий

ture buildings) – mainly study the fire risk and seismic performance of ancient timber structure components and ontology;

3) 2011–2018 (no. 9 seismic intensity) – mainly studies the seismic intensity, response dynamic characteristics and stability of ancient buildings;

4) from 2017 to 2020 (no. 6 BIM) – mainly studies the safety evaluation of fire and earthquake risks of ancient buildings by using BIM and 3D laser scanner.

At the same time, some studies on risk evaluation algorithms and model building methods have appeared, which belong to the relatively cutting-edge research direction. The figure can also prove the trend of the number of published research in the field of safety risk of ancient buildings described above, that is, the number of published papers in this field increased significantly after 2004 and showed a steady upward trend overall.

Future Research Direction.

The 323 papers in CNKI database are classified and summarized, the representative items in Table 2 are studied and analyzed, and the research deficiencies are summarized. According to the analysis results, it is suggested to tap the research potential in the field of safety risk of ancient buildings from the aspects of standard formulation, technical method innovation, risk coupling and damage monitoring, as follows:

1. National standards, industry standards and local standards need to be further supplemented and improved. At present, China has issued some industrial standards for cultural relics protection, such as "Guidelines for Structural Safety Assessment of Modern and Modern Historical Build-

№ 5, 7 древние деревянные здания) – изучаются пожароопасность, сейсмические характеристики компонентов и онтологии древних деревянных зданий;

3) 2011–2018 гг. (сейсмическая интенсивность № 9) – прорабатываются сейсмическая интенсивность, динамические характеристики отклика и устойчивость древних зданий;

4) с 2017 по 2020 г. (№ 6 BIM) – рассматривались оценки рисков пожаров и землетрясений для древних зданий с использованием BIM и 3D лазерного сканера.

В то же время появились некоторые исследования по алгоритмам оценки рисков и методам построения моделей, которые относятся к относительно передовому научному направлению. Цифры также могут подтвердить тенденцию к росту количества опубликованных материалов в области риска для безопасности древних зданий, описанную выше, т.е. количество опубликованных работ в этой области значительно увеличилось после 2004 г. и в целом продемонстрировало устойчивую тенденцию к росту.

Направление будущих исследований. 323 статьи в базе данных Национальной инфраструктуры знаний Китая классифицированы и обобщены, изучены и проанализированы репрезентативные элементы в табл. 2, а также выявлены недостатки исследования. Согласно результатам анализа, предлагается использовать исследовательский потенциал в области риска безопасности древних зданий с точки зрения разработки стандартов, инноваций технических методов, увязки рисков и мониторинга ущерба следующим образом.

1. Национальные, отраслевые и местные стандарты нуждаются в дальнейшем дополнении и совершенствовании. В Китае созданы некоторые промышленные стандарты по охране культурных реликвий, такие как «Руководство по оценке строительной безопасности современ-

dings" (WW/ T0048-2014), "Norms for Construction Supervision of Ancient Building Protection Projects" (WW/ T0034-2012), but the standards for safety risk assessment of ancient buildings are still lacking, which is worth further exploration and research.

2. Innovation of technology and methods. At present, the methods of ancient building safety risk assessment have some limitations. Artificial intelligence, machine learning and other methods can be used as trial to introduce into the related research of safety risk assessment of ancient buildings. At the same time, the finite element analysis (FEA) theory is used to evaluate the risk source quality and fire protection capability of ancient buildings, using FDS + EVAC system to simulate fire environment and evaluate fire evacuation safety. Digital model technology and virtual reality simulation technology (CA, UML, CFD) is used for comprehensive risk assessment and safety system establishment and evaluation.

3. Explore risk coupling studies. Currently, the research on the safety risk of ancient buildings mainly focuses on the effect of a single calamity, and most of them are based on fire, earthquake, and other cataclysms. As the disaster-causing factors and disaster-inducing environment of the ancient building body structure and safety risk are complex, it is advisable to try to conduct exploratory research on the safety risk of the ancient building group or under the coupling effect of multiple disasters and disasters.

4. Damage monitoring. Explore the use of information positioning (GIS), remote sensing system (RS), point cloud modeling and other tech-

ных и современных исторических зданий» (WW/T0048–2014), «Нормы по надзору за строительством в рамках Проектов по защите древних зданий» (WW/T0034–2012), но стандарты по оценке рисков для безопасности древних зданий все еще отсутствуют, что требует дальнейшего изучения.

2. Инновации в области технологий и методов. Методы оценки рисков для безопасности древних зданий имеют некоторые ограничения. Искусственный интеллект, машинное обучение и другие методы могут быть использованы в качестве пробных для внедрения в соответствующие исследования по оценке рисков для безопасности древних зданий. В то же время практикуется теория анализа конечных элементов для оценки качества источника риска и противопожарной защиты древних зданий при одновременном применении системы FDS + EVAC для моделирования пожарной обстановки и оценки безопасности эвакуации при пожаре. К технологиям цифровых моделей и моделирования виртуальной реальности обращаются для комплексной оценки рисков, создания и оценки системы безопасности.

3. Изучение исследований о взаимосвязи рисков. В настоящее время исследования риска для безопасности древних зданий в основном сосредоточены на последствиях единичного бедствия, в большинстве случаев – пожаре, землетрясении и др. Поскольку факторы и среда, вызывающие стихийные бедствия, которые влияют на конструкцию древних зданий, являются комплексными, целесообразно попытаться провести предварительное исследование риска для безопасности группы древних зданий при совокупном воздействии ряда катастроф и катаклизмов.

4. Мониторинг повреждений. Следует изучить использование информационного позиционирования (ГИС), системы дистанционного зондирования, модели-

nologies for dynamic data collection, risk monitoring and model building of ancient buildings, the vulnerability and vulnerability of ancient buildings in the whole life cycle monitoring, establish a security early warning mechanism.

Conclusions and Prospects.

This paper uses Citespace software to make visual analysis of 323 papers on the safety risks of ancient buildings in CNKI database. It is found that: First, there are periodical ups and downs in the number of literatures on the safety risks of ancient buildings, but the overall trend is rising, indicating a good research prospect in this field; Second, the research hotspots in the field of ancient building safety risk mainly focus on fire, earthquake, fire safety, protection and other aspects, and the breadth of the research content needs to be further improved. Third, the development trend of the safety risk field of ancient buildings can be roughly divided into four stages. The main research objects are fire safety, fire hazard and seismic performance of components, seismic intensity and response dynamic characteristics, and advanced technology safety risk assessment. In conclusion, the author proposes that in the future research, we can try to explore and innovate in standard formulation, technical method innovation, risk coupling, damage monitoring and other aspects.

References

1. *Wang Xuefei*. The study on the adaptability of the method of security risk evaluation about historic districts. Tianjin Chengjian University, 2013. Available at: <http://cdmd.cnki.com.cn/>

рования облака точек и других технологий для динамического сбора данных, мониторинга рисков и построения моделей древних зданий, оценки уязвимости древних зданий при мониторинге всего жизненного цикла, а также создать механизм раннего предупреждения об опасности.

Выводы и перспективы. Используется программное обеспечение CiteSpace для проведения визуального анализа 323 статей о рисках безопасности древних зданий в базе данных Национальной инфраструктуры знаний Китая (CNKI). Несмотря на периодические рост и снижение количества литературы, посвященной рискам для безопасности древних зданий, наблюдается общая тенденция к росту, что указывает на хорошие перспективы исследований в этой области. Исследовательские центры, занимающиеся изучением рисков для безопасности древних зданий, уделяют внимание таким чрезвычайным ситуациям, как пожары, землетрясения, и концентрируются на разработке мер по противопожарной безопасности, защите и других подобных аспектах. Поэтому представляется необходимым расширить содержание данных исследований. Тенденцию развития разработок по изучению рисков для безопасности древних зданий можно условно разделить на четыре этапа. Основными объектами исследований являются пожарная безопасность, риск возникновения пожаров, сейсмические характеристики компонентов, сейсмическая интенсивность, динамические характеристики реагирования, а также развитие передовых технологий по оценке рисков для безопасности. В заключение автор предлагает в будущих исследованиях предпринять попытку изучения возможности внедрения в стандартную процедуру инновационных технических методов, понятия о взаимосвязи рисков, мониторинга ущерба и т.д.

article/cdmd-10792-1014193497. htm (accessed: 2013).

2. Li Huishan, Wang Siying. Safety Evaluation of Ancient Masonry-timber Buildings Based on Multilevel Extension. *Journal of Engineering Management*. 2019; (4): 81–85. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTototal-JCGL201902016.htm> (accessed: 04.2019).
3. Xu Shuai, Guo Xiaodong et al. Safety assessment of ancient timber buildings based on analytical hierarchy process. *Industrial Construction*. 2016; (12): 180–183. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTototal-GYJZ201612034.htm> (accessed: 12.2016).
4. Guo Xiaodong, Xu Shuai, Song Xiaoheng et al. Safety Assessment of Ancient Timber Buildings Based on Gray-fuzzy Analytical Method. *Journal of Beijing University of Technology*. 2016; 42(3): 393–398. Available at: <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/bjgydxxb201603010> (accessed: 2016).
5. Guo Xiaodong, Fu Tibiao, Xu Shuai. Safety Assessment of Timber Ancient Buildings Based on Grey Clustering Analytical Method. *Journal of Beijing University of Technology*. 2017; 43(5): 780–785. Available at: <http://www.cqvip.com/QK/95054X/20175/671994659.html> (accessed: 2017).
6. Zhang Dejun. Research on the Safety Evaluation and Reinforcement of Historical Building with Brick and Timber Structure in Shanghai. Anhui Jianzhu University, 2016. Available at: <http://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10878-1016198369.htm> (accessed: 2016).
7. Guan Yuxi. Application of AHP in fire risk assessment of the historic building. *Research on fire management*. 2015; (10): 1387–1390.
8. Xu Zhisheng. Study on fire risk assessment of historic buildings based on AHP. *Journal of Railway Science and Engineering*. 2015; (6): 690–694.

Список источников

1. Ван Сюэфэй. Исследование адаптивности метода оценки рисков безопасности в отношении исторических районов. Тяньцзиньский университет Чэнцзянь, 2013. URL: <http://cdmd.cnki.com.cn/article/cdmd-10792-1014193497.htm> (дата обращения: 2013).
2. Ли Хуэйшань, Ван Сийин. Оценка безопасности старинных зданий из каменной кладки и бруса на основе многоуровневой пристройки // Журн. инж. менеджмента. 2019. № 4. С. 81–85. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTototal-JCGL201902016.htm> (дата обращения: 04.2019).
3. Сюй Шуай, Го Сяодун и др. Оценка безопасности древних деревянных зданий на основе процесса аналитической иерархии // Промышленное строительство. 2016. № 12. С. 180–183. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTototal-GYJZ201612034.htm> (дата обращения: 12.2016).
4. Го Сяодун, Сюй Шуай, Сун Сяошэн и др. Оценка безопасности старинных деревянных зданий на основе нечетко-серого аналитического метода // Журн. Пекинского технологического университета. 2016. Т. 42, № 3. С. 393–398. URL: <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/bjgydxxb201603010> (дата обращения: 2016).
5. Го Сяодун, Фу Тибяо, Сюй Шуай. Оценка безопасности деревянных древних зданий на основе аналитического метода серой кластеризации // Журн. Пекинского технологического университета. 2017. Т. 43, № 5. С. 780–785. URL: <http://www.cqvip.com/QK/95054X/20175/671994659.html> (дата обращения: 2017).
6. Чжан Дэцзюнь. Исследование по оценке безопасности и укреплению исторического здания из кирпича и бруса в Шанхае. Университет Аньхой Цзяньчжу, 2016. URL: <http://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10878-1016198369.htm> (дата обращения: 2016).
7. Гуань Юйси. Применение процесса аналитической иерархии при оценке пожарной опасности исторического здания // Исследование по борьбе с пожарами. 2015. № 10. С. 1387–1390.

- Available at:<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-CSTD201503037.Htm> (accessed: 06.2015).
9. Kang Xuefeng. Fire safety problems and Countermeasures of cultural relics and ancient buildings. *Fire industry* (electronic version). 2020; 6(17): 93–94. Available at:<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-XFJE202017063.htm> (accessed: 06.2020).
 10. Ma Li, Liu Han, Bai Lei. Fire risk assessment of the historic buildings based on AHP and entropy weight method. *Journal of Xi'an University of Science and Technology (JXUST)*. 2017; 37(4): 537–543. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-XKXB201704013.htm> (accessed: 2017).
 11. Liu Han, Zhao Xiuming, Zhao Xin, Ma Li, Xiao Yang. Fire risk assessment of the ancient buildings based on five-element connection number. *Journal of Xi'an University of Science and Technology (JXUST)*. 2018; 38(6): 901–909. Available at:<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-XKXB201806006.htm> (accessed: 2018).
 12. Yin Jie, Zheng Xiangmin, Dong Fubin. Assessments on fire risk from ancient buildings in scenic spots – a Case Study of round Buildings in Fujian. *Journal of Longyan University*. 2014; 32(04): 19–26. Available at:<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-LYSX201404004.htm> (accessed: 2014).
 13. Yin Jie, Zheng Xiangmin, Dong Fubin. The ancient building fire risk assessment based on entropy weight and extension model. *Journal of Chongqing University of Arts and Sciences (Social Sciences Edition)*. 2016; 35(2): 40–45. Available at:<http://www.cnki.com.cn/article/cjfdtotal-cqsz201602011.htm> (accessed: 2016).
 14. Zhou Qian, Yan Weiming, Ji Jinbao. Aseismic Constitution Assessment of Chinese Ancient Wooden Structure. *Earthquake resistance and*
 8. Сюй Чжуншэн. Исследование по оценке пожароопасности исторических зданий на основе ПАИ // Журн. железнодорожной науки и техники. 2015. № 6. С. 690–694. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-CSTD201503037.htm> (дата обращения: 06.2015).
 9. Ян Сюэфэн. Проблемы пожарной безопасности и меры противодействия разрушению культурных реликвий и древних зданий // Противопожарная промышленность (электронная версия). 2020. 6(17). С. 93–94. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-XFJE202017063.htm> (дата обращения: 06.2020).
 10. Ма Ли, Лю Хань, Бэйли. Оценка пожарной опасности исторических зданий на основе ПАИ и метода энтропийного веса // Журн. Сианьского университета науки и техники (JXUST). 2017. 37(4). С. 537–543. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-XKXB201704013.htm> (дата обращения: 2017).
 11. Лю Хань, Чжао Сяоми, Чжао Синь, Ма Ли, Сяо Ян. Оценка пожарной опасности древних зданий на основе пятиэлементного номера соединения // Журн. Сианьского университета науки и техники (JXUST). 2018. 38(6). С. 901–909. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-XKXB201806006.htm> (дата обращения: 2018).
 12. Инь Цзе, Чжэн Сянмин, Дон Рубин. Оценки пожароопасности древних зданий в исторических местах – на примере круглых зданий в Фуцзяни // Журн. университета Лонгянь. 2014. 32(4). С. 19–26. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-LYSX201404004.htm> (дата обращения: 2014).
 13. Инь Цзе, Чжэн Сянмин, Донг Фубинь. Оценка риска пожара в древнем здании на основе энтропийной модели веса и расширения // Журн. Чунцинского университета искусств и наук (издание по социальным наукам). 2016. Т. 35, № 2. С. 40–45. URL: <http://www.cnki.com.cn/article/cjfdtotal-cqsz201602011.htm> (дата обращения: 2016).
 14. Чжоу Цянь, Янь Вэймин, Цзи Цзиньбао. Оценка сейсмического строения древнего китайского деревянного сооруже-

- reinforcement of Engineering. 2011; 33(4): 120–129. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-GCKZ201104022.htm> (accessed: 2011).
15. Chen Ping, Xie Xiaoning, Chen Te. Seismic risk assessment of ancient timberstructure. *World Earthquake Engineering*. 2015; 31(1): 16–21. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-SJDC201501003.htm> (accessed: 2015).
 16. Yang Na. Design of crack monitoring system for Chinese ancient wooden buildings based on UAV and CV. *Engineering Mechanics*. 2021. Available at: <https://doc.taixueshu.com/journal/20210104gclx.html> (accessed: 01.2021).
 17. Pan Yi, Li Lingjiao, Wang Huiqin, Yao Zhaoyi. Research on evaluation methods for post-earthquake damage state of ancient wooden buildings. *Journal of Hunan University (Natural Sciences)*. 2016; (1): 132–142. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-HNDX201601018.htm> (accessed: 01. 2016).
 18. Bai Fuyu. Research on Seismic Damage Identification and State Assessment Method of Ancient Wooden Building. Xi'an University of Architecture and Technology. 2018. Available at: <http://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10703-1020616493.htm> (accessed: 2018).
 19. Gao Dafeng, Yang Yong, Deng Hongxian, Liu Jing, Li Fei. Earthquake Damage Assessment of Ancient Architecture with Multi-layer Wooden Structures Based on Energy Dissipation. *Seismic research*. 2016; 39(2): 340–350+176. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-DZYJ201602022.htm> (accessed: 02.2016).
 20. Li Ning, Xu Lin, Guo Xiaodong, Wang Yanhui. A comprehensive method for evaluation of seismic damage in ancient wooden buildings based on probabilistic theory. *Sciences of Conservation and Archaeology*. 2012; 24(1): 44–48.
 15. Чэнь Пин, Се Сяомин, Чэнь Дэ. Оценка сейсмического риска для древнего деревянного сооружения // *Мировая сейсмостойкая инженерия*. 2015. 31(1). С. 16–21. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-SJDC201501003.htm> (дата обращения: 2015).
 16. Ян На. Разработка системы мониторинга трещин в древних деревянных зданиях Китая с применением беспилотных летательных аппаратов и CV // *Инженерная механика*. 2021. URL: <https://doc.taixueshu.com/journal/20210104gclx.html> (дата обращения: 01. 2021).
 17. Пан И, Ли Лин Цзяо, Ван Хуэйцин, Яо Чжао И. Исследование методов оценки состояния разрушений древних деревянных зданий после землетрясения // *Журн. университета Хунань (естественные науки)*. 2016. № 1. С. 132–142. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-HNDX201601018.htm> (дата обращения: 01.2016).
 18. Бай Фую. Исследование по выявлению сейсмических повреждений и методу оценки состояния старинного деревянного здания. Сианьский университет архитектуры и технологий, 2018. URL: <http://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10703-1020616493.htm> (дата обращения: 2018).
 19. Гао Дафэн, Ян Юн, Дин Хунсян, Лю Цзин, Ли Фэй. Оценка ущерба от землетрясения древней архитектуре с многослойными деревянными конструкциями на основе рассеивания энергии // *Сейсмические исследования*. 2016. 39(2). С. 340–350+176. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-DZYJ201602022.htm> (дата обращения: 02.2016).
 20. Ли Нин, Сюй Линь, Го Сяодун, Ван Яньхуэй. Комплексный метод оценки сейсмического ущерба для старинных деревянных зданий, основанный на теории вероятности // *Науки об охране природы и археологии*. 2012. 24(1). С. 44–48.

- 24(1): 44–48. Available at:http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-WWBF_201201009.htm (accessed: 2012).
21. Wang Xiaodong, Wang Wei, Wang Lin-an et al. Study on existing situation of Cangzhou iron lion under rear earthquake. *Engineering mechanics*. 2011; 28(12): 238–243. Available at:<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-GCLX201112036.htm> (accessed: 2011).
 22. Xue Jianyang, Wu Zhanjing, Zhang Fengliang, Zhao Hongtie, Liu Zuqiang, Wang Doudou. Assessment of seismic damage to an ancient wooden structure reinforced with carbon fiber, based on the analysis of potential and energy dissipation. *Journal of Civil, Architectural and Environmental Engineering*. 2013; 35(6): 103–111. Available at:https://www.zhangqiaokeyan.com/academic-journal-cn_civil-environmental-engineering-thesis/020126961526.html (accessed: 2013).
 23. Xue Jianyang, Zhang Fengliang, Zhao Hongtie, Xie Qifang, Sui Yan, Zhang Xicheng. Potential and energy dissipation-based seismic damage evaluation of ancient timber structure. *Journal of Building Structures*. 2012; 33(8): 127–134. Available at:http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-JZJB_201208017.htm (accessed: 2012).
 24. Zhang Xicheng, Hu Chengming, Wu Chenwei, Ma Hedi, Han Yinan. Analysis of anti-collapse performance of ancient timber frame buildings of grand style with Dou-gong under horizontal earthquake. *Sciences of Conservation and Archaeology*. 2020; 32(1): 10–18. Available at:https://www.nstl.gov.cn/paper_detail.htmlid=cae295f126cc5c5c3dc85000d435b5de (accessed: 2020).
 25. Huan Junhong, Ma Donghui, Wang Wei, Wang Ziyi. Multi-criteria Seismic Vulnerability Analysis of Ancient Timber Architecture Based on Gaussian Copula. *Journal of Beijing* URL: http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-WWBF_201201009.htm (дата обращения: 2012).
 21. Ван Сяодун, Ван Вэй, Ван Линь-ан и др. Исследование существующей ситуации Железным львом в Цанчжоу при единичном землетрясении // Инженерная механика. 2011. Т. 28, № 12. С. 238–243. URL: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-GCLX201112036.htm> (дата обращения: 2011).
 22. Сюй Цзяньян, У Чжан Цзин, Чжан Фэн-лянь, Чжао Хунвэй, Лю Чжицян, Ван Дуду. Оценка сейсмических повреждений древней деревянной конструкции, усиленной углепластиком, на основе анализа потенциала и рассеивания энергии // Журн. гражданского строительства, архитектуры и охраны окружающей среды. 2013. Т. 35, № 6. С. 103–111. URL: https://www.zhangqiaokeyan.com/academic-journal-cn_civil-environmental-engineering-thesis/020126961526.html (дата обращения: 2013).
 23. Сюй Цзяньян, Чжан Фэнлянь, Чжао Хунвэй, Се Цян, Цуй Янь, Чжан Сичэн. Оценка сейсмических повреждений древней деревянной конструкции на основе потенциала и рассеивания энергии // Журн. строительных конструкций. 2012. 33(8). С. 127–134. URL: http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-JZJB_201208017.htm (дата обращения: 2012).
 24. Чжан Сичэн, Ху Чэн Мин, У Чэн Вэй, Ма Хайди, Хань Инань. Анализ противобрушающих свойств древних деревянных каркасных зданий в стиле гранд с дугоном при горизонтальном землетрясении // Науки об охране природы и археологии. 2020. 32(1). С. 10–18. URL: https://www.nstl.gov.cn/paper_detail.htmlid=cae295f126cc5c5c3dc85000d435b5de (дата обращения: 2020).
 25. Хуань Чжунхун, Ма Донхуй, Ван Вэй, Ван Цзыи. Многокритериальный анализ сейсмической уязвимости древней деревянной архитектуры на основе гауссовой связки // Журн. Пекинского технологического университета. 2020. Т. 46, № 7. С. 756–763. URL:

University of Technology. 2020; 46(7): 756–763. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-BJGD202007006>. Htm (accessed: 2020).

<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-BJGD202007006>. htm (дата обращения: 2020).

Information about the authors

Corresponding author: Siqi Niu

Jian Ma – Master Degree Candidate, Doctoral Student, Associate professor, Associate Dean, School of Engineering Training and Innovation, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, Liaoning, China, majian88@sjzu.edu.cn

Weidong Yan – Doctor of Engineering, Professor, Headmaster, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, Liaoning, China, ywd6441@126.com

Xing Wang – Doctor of Economics, Professor, Dean of International Exchange and Cooperation Department, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, Liaoning, China, kevinwang@sjzu.edu.cn

Siqi Niu – Master Degree Candidate, Doctoral Student, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, Liaoning, China, nsq0920@126.com

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 26.01.2023

Approved after reviewing 27.02.2023

Accepted for publication 03.03.2023

Информация об авторах

Цзянь Ма – соискатель степени магистра, докторант, доцент, заместитель декана Школы инженерной подготовки и инноваций, majian88@sjzu.edu.cn

Вэйдун Янь – доктор технических наук, профессор, директор, ywd6441@126.com

Синг Ван – доктор экономических наук, профессор, декан факультета международных обменов и сотрудничества, kevinwang@sjzu.edu.cn

Сики Ниу – соискатель степени магистра, докторант, nsq0920@126.com

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 26.01.2023

Одобрена после рецензирования 27.02.2023

Принята к публикации 03.03.2023

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И РЕДАКЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

1. Статья представляется в редакцию *на русском языке в электронном виде*. Зарубежные авторы могут присылать статьи *на английском языке*. Возможна публикация статьи одновременно в двух вариантах – на русском и английском языках. В этом случае оформляются два текста статьи – на русском языке и точный перевод на английский. Вместе с рукописью представляются:

- *сопроводительное письмо* руководства организации, откуда исходит рукопись;
- *экспертное заключение* о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись.

Если статья была или будет направлена в другое издание, или же была ранее опубликована, необходимо обязательно сообщить об этом редакции.

2. Рукопись должна готовиться на компьютере в редакторе Microsoft Word для Windows (версии от XP до Word 97/10). Текст набирают шрифтом Times New Roman Суг размером 14 пт с межстрочным интервалом 1,5. Обязательна нумерация страниц внизу посередине. Объем рукописи – до 12 страниц, включая иллюстрации, таблицы, список источников и информацию об авторах.

3. Состав рукописи статьи, правила и образец оформления см. на Internet-сайте журнала http://izvuzstr.sibstrin.ru/sample_of_article/

а) русскоязычная часть:

- индекс УДК – в левом верхнем углу, прописными буквами;
- имя, отчество и фамилии авторов, наименование учреждения, в котором они работают;
- название статьи;
- аннотация объемом до 0,3 стр. текста (не менее 80 слов);
- ключевые слова (не менее 5);
- текст статьи;
- список источников (не менее 10 ссылок);
- информация об авторах: последовательно для каждого – инициалы, фамилия, ученая степень, звания (звания в негосударственных академиях наук и почетные звания не указывать), e-mail автора, страна (если не Российская Федерация);

б) англоязычная часть:

- список источников оформлять по системе BGN;
- для зарубежных источников на латинице – с сохранением оригинального описания;
- для ссылок на русскоязычные источники – транслитерированные с русских букв на латинские символы (по системе BGN) фамилии и инициалы всех авторов, название статьи в переводе на английский язык; остальные элементы библиографического описания на английском языке, с исключением разделителей /, – , // и заменой №, с. и С. соответственно на No., p. и P., в конце (In Russ.).
- информация об авторах – последовательно для каждого:
- фамилия, имя полностью, транслитерированные в латинские символы по системе BGN;
- ученая степень (DSc – доктор наук, PhD – кандидат наук, MSc – магистр, без указания научного направления), ученые звания (Professor, Ass. Professor, Academician of..., Corr. Mem. of... – профессор, доцент, академик ..., член-корреспондент ...), другое – Senior Lecturer (ст. преподаватель), Engineer (инженер), Post-graduate Student (аспирант), Student (студент);
- официальное англоязычное название организации (учреждения), города (если не упоминается в названии организации), страны;

4. Статья должна быть тщательно отредактирована и подписана всеми авторами (с указанием даты отправки статьи).

5. Рецензентов для статей редакция назначает по своему усмотрению, доработанную после рецензии статью следует присылать в электронном виде.

6. Корректурa статьи может предоставляться по запросу автора.

7. Гонорар за опубликование статьи не выплачивается.

8. Журнал публикует информацию о научно-технических разработках в области строительства объемом 1 с., включая 1–2 иллюстрации. Указываются разработчики и контактная информация. Электронная версия обязательна.

9. Рукописи, не принятые к опубликованию, авторам не высылаются.