

УДК 699.841

DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-50-61>

В.В. ГУРЬЕВ¹, д-р техн. наук, руководитель Управления сейсмической безопасности и снижения риска бедствий (89150902767@mail.ru); В.М. ДОРОФЕЕВ², канд. физ.-мат. наук, научный руководитель (vmd2021@yadex.ru); Р.Т. АКБИЕВ¹, канд. техн. наук, руководитель Департамента комплексной градостроительной безопасности (akbi.rust@gmail.com); В.И. БУЛЫКИН³, главный специалист самостоятельного структурного подразделения «Региональные проекты» (vi.bulykin@fondrt.ru)

¹ Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России») (19991, г. Москва, пр. Вернадского, 29)

² Специализированное научно-техническое предприятие «ПРОФИНЖ» (СНТП «ПРОФИНЖ») (107150, г. Москва, ул. Бойцовая, 22, стр. 3)

³ Публично-правовая компания «Фонд развития территорий» (ППК «Фонд развития территорий») (115088, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, 5)

О критериях дефицита сейсмостойкости при эксплуатации объектов жилищного фонда на сейсмически активных территориях

Статья посвящена вопросам, связанным с предупреждением последствий природных и техногенных воздействий на объекты жилищного фонда Российской Федерации, расположенные в сейсмически активных регионах. Рассматриваются подходы оценки дефицита сейсмостойкости объектов на основе использования двух цифровых баз: сейсмологической с информацией о сейсмической опасности территории с записями параметров колебаний грунтов и инженерно-сейсмометрической с информацией о классах сейсмостойкости зданий и сооружений с записями динамических параметров конструкций на основе автоматизированного мониторинга, обеспечивающего прогноз последствий природных и техногенных воздействий на строительные объекты. Рассмотрены особенности жилищного фонда на сейсмоопасных территориях, включая его структуру, и проблемы оценки дефицита сейсмостойкости строительных объектов; приведен результат анализа информации, полученной от субъектов Российской Федерации, расположенных в сейсмически активных регионах; указаны выявленные системные проблемы, касающиеся определения дефицита сейсмостойкости многоквартирных домов. Предложена технология оценки и контроля механической безопасности при эксплуатации зданий и сооружений, основанная на цифровизации процессов регистрации внешних воздействий и откликов конструкций на эти воздействия, прогноза изменения сейсмостойкости зданий, их учета, паспортизации и усиления. Даны предложения по обеспечению сейсмостойкости при эксплуатации объектов жилищного фонда, расположенного в сейсмически активных районах, и минимизации негативных последствий сейсмических воздействий.

Ключевые слова: землетрясение, жилищный фонд, сейсмостойкость, дефицит сейсмостойкости, класс сейсмостойкости, прогноз последствий, сейсмологические параметры, динамические параметры, конструкции, строительные объекты, цифровая база, автоматизированный мониторинг, инфологическая модель.

Для цитирования: Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Акбиев Р.Т., Булыкин В.И. О критериях дефицита сейсмостойкости при эксплуатации объектов жилищного фонда на сейсмически активных территориях // Жилищное строительство. 2023. № 3. С. 50–61. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-50-61>

V.V. GURIEV¹, Doctor of Sciences (Engineering), Head of the Department of Seismic Safety and Disaster Risk Reduction, (89150902767@mail.ru)
V.M. DOROFEEV², Candidate of Sciences ((Physics and Mathematics), Scientific Supervisor (vmd2021@yadex.ru)

R.T. AKBIEV¹, Candidate of Sciences (Engineering), Head of the Department of Comprehensive Urban Planning Safety, (akbi.rust@gmail.com)

V.I. BULYKIN³, Chief Specialist of the Independent Structural Unit "Regional projects" (vi.bulykin@fondrt.ru)

¹ Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation (29, Vernadskogo Avenue, Moscow, 119991, Russian Federation)

² Specialized scientific and technical enterprise "PROFINZH" (SSTE PROFINZH") (22, bldg. 3, Boytsovaya Street, Moscow, 107150, Russian Federation)

³ Public Law Company "Territory Development Fund" (PLC "Territory Development Fund") (5, Sharikopodshipnikovskaya Street, Moscow, 107150, Russian Federation)

On the Criteria for the Deficiency of Seismic Resistance During the Operation of Housing Facilities in Seismically Active Territories

The article is devoted to issues related to the prevention of the consequences of natural and man-made impacts on the housing stock of the Russian Federation located in seismically active regions. Approaches for assessing the deficit of seismic resistance of objects based on the use of two digital databases are con-

sidered: seismological with information about the seismic hazard of the territory with records of ground vibration parameters and engineering seismometric with information about seismic resistance classes of buildings and structures with records of dynamic parameters of structures based on automated monitoring that provides a prediction of the consequences of natural and technogenic impacts on construction objects. The features of the housing stock in seismically active areas, including its structure, and the problems of assessing the deficit of seismic resistance of construction objects are considered, the result of the analysis of information received from the constituent entities of the Russian Federation located in seismically active regions is given, the identified systemic problems related to determining the deficit of seismic resistance of apartment buildings are indicated. A technology for assessing and monitoring mechanical safety during the operation of buildings and structures based on the digitalization of the processes of registering external influences and responses of structures to these influences, predicting changes in the seismic resistance of buildings, their accounting, certification and strengthening, is proposed. Proposals are made to ensure earthquake resistance during the operation of housing stock facilities located in seismically active areas and to minimize the negative consequences of seismic impacts.

Keywords: earthquake, housing stock, seismic resistance, seismic resistance deficiency, seismic resistance class, consequences forecast, seismological parameters, dynamic parameters, structures, building objects, digital database, automated monitoring, infological model.

For citation: Guriev V.V., Dorofeev V.M., Akbiev R.T., Bulykin V.I. On the criteria for the deficiency of seismic resistance during the operation of housing facilities in seismically active territories. *Zhiliishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2023. No. 3, pp. 50–61. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2023-3-50-61>

Одной из важнейших градостроительных задач, определенных Стратегией пространственного развития Российской Федерации до 2025 г., является предупреждение последствий природных и техногенных воздействий для обеспечения устойчивого развития застроенных территорий. Более 45% территорий страны относятся к территориям с особыми природными и техногенными условиями: районы вечной мерзлоты (Восточная Сибирь, Забайкалье, Архангельская, Мурманская обл.); подрабатываемые территории (Алтае-Енисейский регион, Кузбасс, Забайкалье, Дальний Восток и др.); оползневые зоны, места распространения селей и лавин (Алтае-Саянский регион, Северный Кавказ, Крым и пр.), подтапливаемые регионы (субъекты РФ в Дальневосточном, Сибирском, Поволжском, Центральном, Южном ФО). Характерно, что свыше 25% указанных территорий – это зоны с повышенной сейсмической активностью, на которых расположены 29 субъектов Российской Федерации (27 субъектов, указанных в Перечне субъектов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах Российской Федерации, утвержденном постановлением Правительства РФ от 30.12.2017 № 1710, а также Республика Крым и город федерального значения Севастополь). Застройка указанных территорий характеризуется наличием как современных объектов, включая уникальные сооружения, так и гражданских зданий различного назначения, в том числе многоквартирных домов типовых серий, из которых сформирован огромный постсоветский жилой фонд.

Воздействия окружающей среды в сейсмических районах и на подрабатываемых территориях негативно сказываются на застройке городов, где объекты при эксплуатации постоянно испытывают природные и техногенные колебания грунтов, что со временем приводит к накоплению повреждений, изменению значений проектных параметров конструкций и эксплуатационному дефициту сейсмостойкости зданий и сооружений.

Поэтому для этих территорий необходимо осуществлять постоянный контроль технического состояния объектов на основе автоматизированного мониторинга строительных конструкций, обеспечивающий сохранение их механической безопасности на протяжении жизненного цикла, что отвечает требованиям двух федеральных законов: № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и № 494-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий».

Решение данной задачи опирается на использование сравнительного анализа двух цифровых баз: сейсмологической с информацией о сейсмической опасности и с записями параметров колебаний грунтов на основе детального сейсмического районирования (ДСР) и сейсмического микрорайонирования (СМР) и инженерно-сейсмометрической с информацией о классах сейсмостойкости зданий и сооружений и с записями динамических параметров конструкций на основе автоматизированного мониторинга, обеспечивающего прогноз последствий природных и техногенных воздействий на строительные объекты. Такой подход открывает возможность создания информационной системы управления техническим состоянием зданий и сооружений на цифровой платформе для предупреждения их стихийного перехода в аварийное или ограниченно-работоспособное состояние и соответственно снижения объемов аварийного жилого фонда на сейсмических территориях.

Особенности жилого фонда на сейсмоопасных территориях и проблемы оценки дефицита сейсмостойкости строительных объектов

Наиболее остро проблема сохранения механической безопасности проявляется на объектах жилой застройки, площадь которых на этих территориях, по

данным reformagkh.ru, превышает 500 млн м² (рис. 1), поскольку неконтролируемое изменение их технического состояния многократно увеличивает риски возрастания опасности проживания и материального ущерба.

Жилищный фонд характеризуется весьма неоднородной структурой как по техническому состоянию строительных объектов, годам постройки, так и по их типологии. Аварийный фонд, представленный преимущественно одно-двухэтажными деревянными, кирпичными, смешанными, саманного типа и другими многоквартирными домами, построенными в разные периоды и требующими расселения, составляет порядка 7 млн м². Более 400 млн м² приходится на многоэтажные дома типовых серий первого, второго и третьего периодов (1960–1990 гг.) индустриального домостроения, включающие крупнопанельные, крупноблочные, каркасно-панельные, кирпичные, с применением местных строительных материалов (в частности, в Крыму широкое распространение получили крупноблочные дома серий: 67, 67С, 1-338 с несущими стенами из пильных известняков) и другие типы жилых зданий.

При этом следует учитывать, что при эксплуатации на сейсмоопасных территориях здания регулярно подвергаются сейсмическим воздействиям низкой интенсивности (ниже расчетной для конкретного здания), приводящим к совместному накоплению дефектов, обусловленных как естественным физическим старением материалов конструкций, деградацией их структуры, коррозией, изменением физико-механических свойств и др., так и накоплением усталостных напряжений в конструкциях, в результате чего их эксплуатационная прочность оказывается существенно ниже проектной и техническое состояние многих из них может граничить с объектами аварийного фонда. Типичные дефекты и повреждения, возникающие в результате сейсмических воздействий при эксплуатации строительных объектов, представлены на рис. 2.

Для общей оценки сейсмической безопасности на этих территориях был проведен экспресс-анализ на предмет дефицита сейсмостойкости объектов по сведениям, запрошенным у органов власти субъектов Российской Федерации, по следующему алгоритму:

– класс сейсмостойкости объекта определяется по общим требованиям СП 442.1325800.2019 «Здания и сооружения. Оценка класса сейсмостойкости» с использованием фактических результатов обследований или оценочных, приблизительных данных о конструктивных решениях и техническом состоянии домов в виде обобщенной характеристики, соответствующей баллам макросейсмической шкалы интенсивности землетрясений;

– расчетная сейсмичность площадки в баллах по шкале MSK-64 на участке строительства объекта определяется по результатам детального сейсмического районирования (ДСР) и сейсмического микро-районирования (СМР). При отсутствии таких данных сейсмичность участка определяется по картам общего сейсмического районирования (ОСР);

– разница данных по позициям 1 и 2, выраженная в баллах, дает общее предварительное представление о дефиците сейсмостойкости конкретного дома.

Результаты анализа представлены в таблице. Выявленные закономерности были распространены и на жилищный фонд тех субъектов Российской Федерации, которые не предоставили запрошенные данные.

Согласно полученным результатам, объем жилищного фонда, имеющего дефицит сейсмостойкости, составляет примерно 143 млн м², т. е. в масштабе регионов этот показатель составляет 20% общей площади их жилого фонда и/или более 620% общего объема аварийного жилищного фонда страны (АЖФ), составляющего порядка 23 млн м². Жилищный фонд, в отношении которого указан дефицит сейсмостойкости в 2 и более баллов, составляет 88 млн м², т. е. в масштабе регионов этот показатель составляет 12% общей площади их жилого фонда, и/или 380% общего объема АЖФ.

Эти результаты во многом условны: из-за отсутствия у ряда субъектов данных об исходной сейсмичности, определяемой на основе ДСР и СМР, были использованы карты ОСР, что увеличивало вероятность получения ошибок при определении сейсмичности площадки строительства. Так, например, на основе ДСР установлено, что в Кузбассе наведенная сейсмичность доминирует над природной, при этом карта эпицентров представлена локальными пятнами около горных предприятий без визуализации быстро протекающих процессов вдоль тектонических нарушений. Вместе с тем на сегодняшний день системой мониторинга обнаружены сейсмически активизированные области на территории Кузбасса, в пределах которых прогнозируется высокая вероятность возникновения крупных техногенных землетрясений, которые не учитывались при проектировании и строительстве объектов на этих территориях.

Вследствие изменения нормативных документов сейсмичность г. Симферополя, определенная по шкале MSK-64, составляла до 2007 г. 6 баллов, а согласно новым картам ОСР, принята для массовой застройки 7 баллов, т. е. до 2007 г. застройка велась типовыми жилыми домами серий 67, 94, 84 и домами по индивидуальным проектам, не предназначенными для применения в сейсмически опасных районах.

Кроме того, оценка состояния объектов только по результатам периодических проверок и обследований

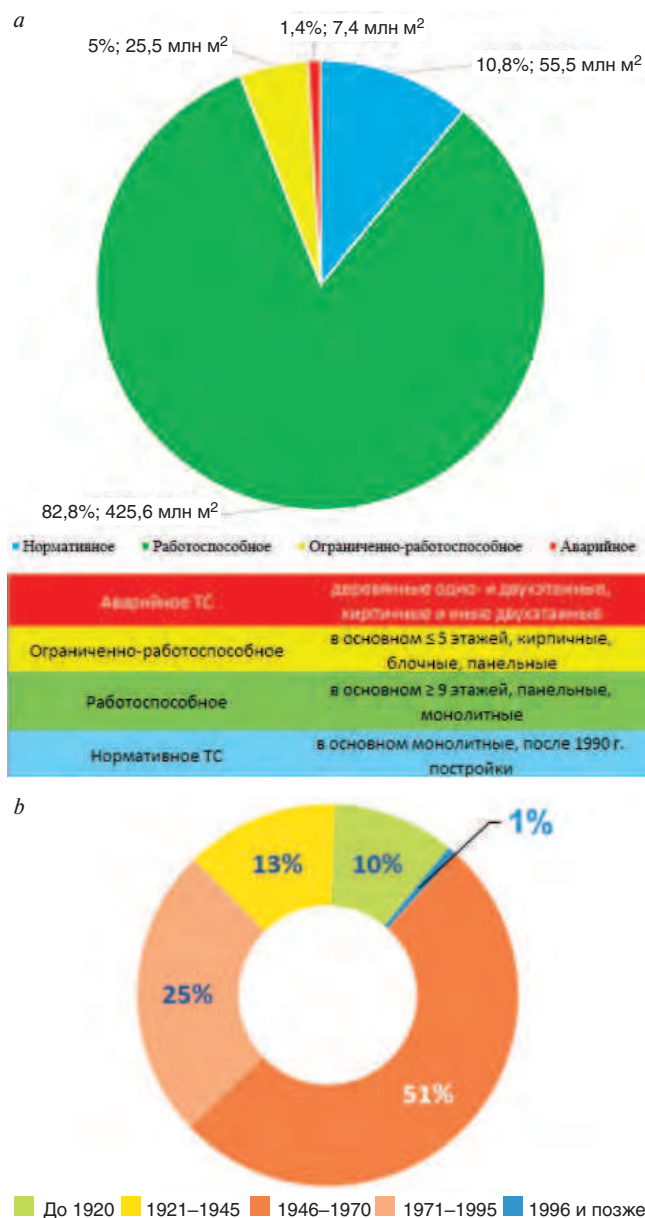


Рис. 1. Структура технического состояния объектов жилищного фонда в сейсмоопасных зонах: *a* – в разрезе категорий технического состояния; *b* – структура аварийного жилищного фонда (АЖФ) страны в разрезе годов постройки

Fig 1. Structure of technical status of housing facilities constructions in seismic regions: *a* – within context of categories of technical status; *b* – structure of emergency housing facilities (DHF) of country within context of building years

без учета характера изменения динамических параметров конструкций на основе постоянного мониторинга, позволяющего на ранней стадии регистрировать их опасные изменения при часто повторяющихся слабых сейсмических воздействиях, является неполной для этих территорий и не предоставляет возможность выявить реальную сейсмостойкость объектов жилого фонда.

Таким образом, проведенные исследования выявили следующие системные проблемы, касающиеся определения дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в субъектах Российской Федерации.

1. Отсутствие единых подходов, критериев и методик по оценке дефицита сейсмостойкости зданий, имеющих отличия как друг от друга, так и от методик оценки сейсмостойкости сооружений и сейсмических рисков, применяемой МЧС России и на более ранних этапах структурами Госстроя России [1–6].

При этом объем данных и качественных характеристик зданий, степень детализации отдельных параметров, определяющих сейсмостойкость и безопасность объектов, сильно отличаются в различных муниципальных образованиях даже в рамках одного субъекта Российской Федерации, что затрудняет верификацию получаемых сведений с данными других регионов.

2. Необходимость укомплектования, обновления и пересмотра (актуализации) результатов сейсмологических изысканий на основе ДСР (СМР), которые составляют основу цифровых баз данных в информационных системах обеспечения градостроительной деятельности ИСОГД при градостроительном зонировании природно-техногенной опасности, для оценки механической безопасности зданий и сооружений на застроенных территориях.

3. Отсутствие инженерно-сейсмометрической базы динамических параметров строительных объектов, сформированной на единых физических принципах мониторинга и ранней диагностики конструкций и составляющей основу цифровой системы контроля дефицита сейсмостойкости и управления механической безопасностью зданий и сооружений.

4. Отсутствие в регионах необходимых технических и программных средств для цифровой трансформации жилого фонда по его сохранению и недопущению перехода в аварийное состояние под действием природных и техногенных сейсмических нагрузок.

Технология оценки и контроля механической безопасности при эксплуатации зданий и сооружений

Поручением Президента Российской Федерации В.В. Путина от 7 октября 2022 г. № Пр-1883 (подпункт «а» п. 1 перечня поручений) предусмотрена подготовка предложений об определении критериев, на основании которых признаются аварийными и подлежащими сносу многоквартирные дома, в случае если их сейсмостойкость не отвечает установленным требованиям, а также критериев, на основании которых признаются непригодными для проживания жилые помещения, расположенные в таких домах (исходя из необходимости соблюдения требований к безопасности зданий и сооружений).

Для выполнения поставленных задач, имеющих комплексный характер и направленных на устойчивое развитие территорий с особыми природными и

Результаты экспресс-анализа дефицита сейсмостойкости многоквартирных домов по данным субъектов РФ
Results of rapid analysis of deficiency of seismic stability in apartment buildings due to data of Russian regions

Федеральный округ	Количество МКД	Общая площадь, м ²	Использовались данные ДСР				Представлены данные о сейсмодефиците							
			общая площадь	в % от гр. 3	Всего	До 2 баллов	2 балла и более	Были представлены данные о классе сейсмостойкости МКД		Были использованы данные ДСР				
								м ²	в % от гр. 3	м ²	в % от гр. 6	м ²	в % от гр. 6	
Дальневосточный	5969	13 172 325	1 309 372	9,94%	2 424 613	18,41%	982 164	7,46%	1 442 449	10,95%	2 011 108	82,95%	555 406	22,91%
Сибирский	17 405	46 609 552	37 202 663	79,82%	37 805 690	81,11%	14 927 276	32,03%	22 878 414	49,09%	24 849 563	65,73%	32 854 744	86,9%
Южный	11 900	53 496 690	2 161 006	4,04%	20 050 337	37,48%	2 027 221	3,79%	18 023 116	33,69%	20 047 536	99,99%	360 618	1,80%
Северо-Кавказский	12 446	31 546 429	386 769	1,23%	19 929 070	63,17%	13 217 615	41,9%	6 711 455	21,27%	18 547 778	93,07%	386 769	1,94%
ИТОГО	47 720	144 824 996	41 059 810	28,35%	80 209 710	55,38%	31 154 276	21,51%	49 055 434	33,87%	65 455 985	81,61%	34 157 537	42,59%

техногенными условиями, необходимо обеспечить механическую безопасность функционирования эксплуатируемых объектов, опирающуюся на современную технологию мониторинга, контроля и ранней диагностики их технического состояния, включая оценку дефицита сейсмостойкости.

Современные методы мониторинга технического состояния зданий и сооружений, основанные на традиционном обследовании конструкций, выявлении дефектов и последующем отслеживании изменения этих и



Рис. 2. Характерные повреждения при эксплуатации строительных объектов на сейсмически активных территориях (2008–2019 г.): а – обрушение фрагментов и конструкций малоэтажного жилого дома (г. Дербент, Республика Дагестан, годы постройки – 1935–1950); б – повреждения двухэтажного кирпичного здания школы (пос. Култук, Иркутская обл., год постройки – 1959); в, д – повреждения многоэтажных панельных домов из газозолотона (в – пятиэтажный типовой серии 1-335 КС, г. Ангарск, год постройки – 1972; д – девятиэтажный типовой серии И-163.02, г. Ангарск, год постройки – 1981); е – повреждения зданий исторической застройки (г. Ялта, Республика Крым). Источники фотографий: tvc.ru/news/show/id/161062; idei.club/61267-treschina-v-mnogokvartirnom-dome-54-foto.htm

Fig 2. Typical damage of building constructions during its using in seismic active regions (2008–2019): a – destruction of fragments and constructions of low-storey building (Derbent, Republic of Dagestan, 1935–1950); b – damage of 2-level brick school building (settlement Kultuk, Irkutsk region, 1959); c, d – damage of panel apartment buildings made of gas and ash concrete (c – 5-level typical series 1-335 KS, Angarsk, 1972; d – 9-level typical series I-163.02, Angarsk, 1981); e – damage of historical area buildings (Yalta, Republic of Crimea). Photo sources: [a - tvс.ru/news/show/id/161062](http://tvc.ru/news/show/id/161062), [e - idei.club/61267-treschina-v-mnogokvartirnom-dome-54-foto.html](http://idei.club/61267-treschina-v-mnogokvartirnom-dome-54-foto.html)

возникновения новых дефектов, малопригодны при массовом контроле технического состояния большого числа зданий и сооружений существующей застройки городов в силу их высокой трудоемкости, стоимости и продолжительности выполнения инструментальных работ. ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» совместно с ОАО «ЦНИИПромзданий», Единой геофизической службой РАН и другими организациями разработана универсальная технология оценки и контроля механической безопасности зданий и сооружений, включая объекты жилищного фонда и социальной инфраструктуры, при развитии застроенных территорий с особыми природными и техногенными условиями, отмеченная п. 13 распоряжения Правительства Российской Федерации от 26 октября 2022 г. № 3179 «О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2022 года в области науки и техники».

Суть технологии заключается в определении характера изменения динамических параметров конструкций, представляющих собой интегральные характеристики зданий, с учетом анализа изменений сейсмических свойств грунтов застроенной терри-

тории с последующим прогнозом последствий природных и техногенных сейсмических воздействий на строительные объекты [7–10].

Технология предусматривает: определение динамических параметров конструкций в реальном времени для различных типов строительных объектов; формирование и анализ цифровых баз данных технического состояния объектов и зонирования степени опасности застроенных территорий; создание отечественных цифровых измерительных средств и программного обеспечения.

Для массовых многоэтажных жилых домов, характеризующихся простой конструктивной схемой, контролируются период и логарифмический декремент собственных колебаний (рис. 3), которые реагируют как на изменения структуры объектов (в случае их частичных повреждений и разрушений), так и на внутренние необратимые процессы (в случае накопления повреждений в процессе эксплуатации).

Для широкопролетных зданий, поскольку вклад дефектов в величины периодов колебаний менее значим, выделяются зоны в соответствии с их конструктивной схемой, на границах которых регистрируются пространственные колебания в частотном диапазоне от 0,5 до 50 Гц (частота квантования 400 Гц) и определяются передаточные функции для каждой зоны (рис. 4), анализ изменения которых позволяет быстро обнаружить опасные узлы или конструкции объекта (патенты № 2254426; 2292433).

Для зданий сложной пространственной формы выполняется сопоставление измеренных величин (как правило, периодов, логарифмических декрементов и форм собственных колебаний) с расчетными значениями этих параметров, полученными с помощью математического моделирования при нормативной нагрузке конструкции (патент № 2341623).

За счет быстродействия измерительных и вычислительных операций в 5–6 раз сокращаются время и затраты на обследование строительных объектов.

Для оценки механической безопасности объектов на сейсмических и подрабатываемых территориях выполняется прогноз последствий природных и техногенных воздействий, оценивается влияние сильных землетрясений и наведенной сейсмичности на основе

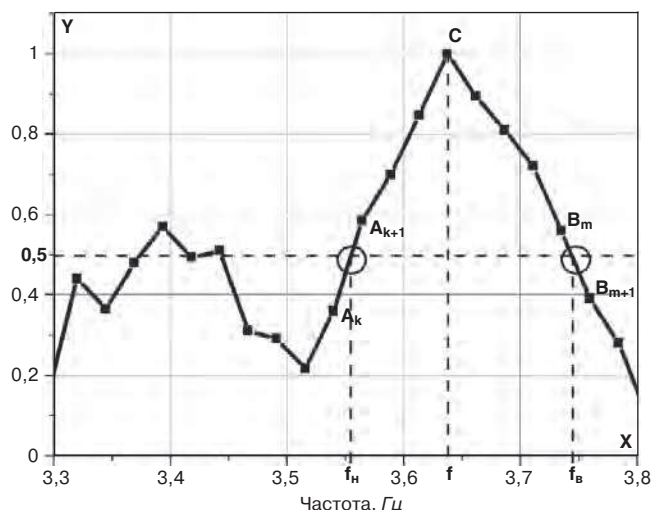


Рис. 3. Нормированный спектр собственных колебаний. ГОСТ 34081–2017 «Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний»

Fig 3. Standardized spectrum of proper fluctuations. GOST 34081–2017 «Buildings and structures. Determination of the parameters of the main tone of natural oscillations»

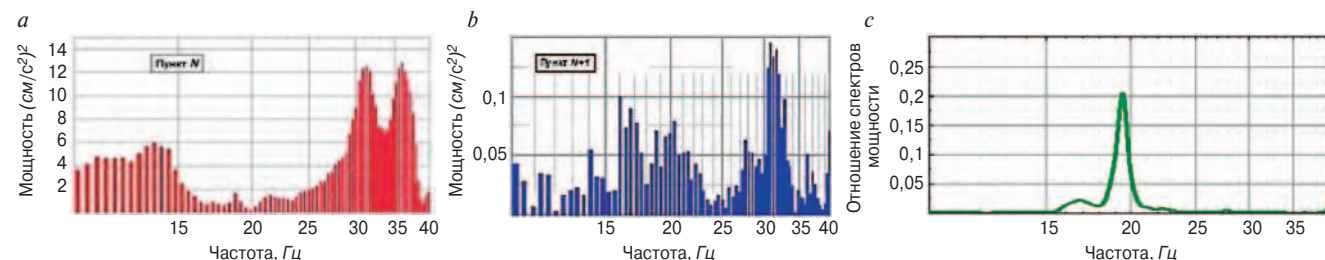


Рис. 4. Спектр мощности входного сигнала (воздействия) (а); спектр мощности выходного сигнала (б); передаточная функция W (с)
Fig 4. Spectrum of input signal (impact) capacity (a); spectrum of output signal capacity (b); transmission function W (c)

сравнительного анализа цифровых баз данных классов сейсмостойкости объектов и зонирования сейсмической опасности территорий с передачей в реальном времени информации в уполномоченные органы, что позволяет обеспечить оперативность и эффективность совместных экстренных действий систем мониторинга, оперативно-диспетчерского управления и других городских служб для минимизации негативных последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на данных территориях.

Таким образом, данная технология, основанная на цифровизации процессов регистрации внешних воздействий и откликов конструкций на эти воздействия, прогноза изменения сейсмостойкости зданий, их учета, паспортизации и усиления, открывает возможность использования интеллектуальной системы контроля и управления механической безопасностью объектов, обеспечивающей повышение объективности оценки реальной сейсмостойкости городской застройки и сокращение аварийности жилого фонда на сейсмоопасных территориях.

Подходы к оценке механической безопасности объектов для информационной системы мониторинга массовой застройки территории

Для сейсмических территорий степень механической безопасности определяется не только категориями технического состояния (ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»).

В сейсмических районах для контроля технического состояния зданий и сооружений вводится понятие класса сейсмостойкости – интегральной характеристики строительного объекта, определяющей его сейсмостойкость, зависящей от расчетного сейсмического воздействия, на которое проектировался объект, и от категории его технического состояния на момент назначения класса сейсмостойкости и устанавливаемой для качественной оценки сейсмостойкости здания или сооружения (СП 442.1325800.2019 «Здания и сооружения в сейсмических районах. Оценка класса сейсмостойкости»). Целью оценки класса сейсмостойкости зданий и сооружений является установление и контроль изменения во времени реальной сейсмостойкости объектов, которая может отличаться от их начальной сейсмостойкости, обеспечиваемой при проектировании и строительстве требований нормативного документа (СП 14.133330.2018 «СНиП II-7–81* Строительство в сейсмических районах»).

Класс сейсмостойкости используется при решении следующих задач:

– оценки комплексной градостроительной безопасности и формирования плана превентивных гра-

достроительных мероприятий по снижению последствий сейсмических угроз;

– выполнения работ по обследованию последствий землетрясений в соответствии с СП 322.1325800.2017 «Здания и сооружения в сейсмических районах. Правила обследования последствий землетрясений»;

– оценки силы произошедшего землетрясения в соответствии с ГОСТ 34511–2018 «Землетрясения. Макросейсмическая шкала интенсивности»;

– оценки безопасности для недвижимости при страховании и определении налогооблагаемой базы.

Проблема повышения уровня механической безопасности застройки городов и снижения ущерба от катастрофических землетрясений связана прежде всего с двумя факторами: с качеством проектирования и строительства сейсмостойких объектов и техническим состоянием эксплуатируемых объектов. При этом второй фактор в большей степени определяет ущерб при возможном ближайшем по времени землетрясении, а первый – при более отдаленных землетрясениях, так как по большей части застройка территории, подвергшейся землетрясению, уже существует.

Для эффективного контроля технического состояния застройки городов на сейсмически активных территориях должны использоваться современные цифровые информационные системы (ЦИС), позволяющие оперативно формировать информацию о строительных объектах города, включающую:

– перечень зданий и сооружений, требующих усиления;

– очередность осуществления превентивных мероприятий с целью повышения безопасности проживания населения на основе прогноза последствий сильных землетрясений;

– информацию о степени снижения опасности проживания населения в результате проведенных мероприятий по усилению зданий и сооружений;

– информацию о состоянии зданий и сооружений сразу же после сильного землетрясения для повышения эффективности проведения спасательных работ и последующей ликвидации последствий землетрясений;

– информацию о региональных сейсмических воздействиях и их влиянии на характер сопротивляемости зданий и сооружений для совершенствования методов их расчета на сейсмостойкость;

– сведения для проведения обоснованной страховой политики при застройке и эксплуатации строительных объектов.

Концептуально при создании подобных систем необходимо решить две принципиально разные задачи по отслеживанию реального технического состояния зданий и сооружений существующей застройки.

Первая задача связана с выработкой наиболее эффективной методики выявления из огромного числа зданий и сооружений города (тысячи объектов) тех, которые требуют более детального исследования их технического состояния, т. е. выявления зданий и сооружений, состояние которых наиболее сильно изменилось за определенный, устанавливаемый для системы мониторинга «опросный» срок.

Вторая задача связана с обработкой эффективных методик (оперативных, с использованием методов неразрушающего контроля и пр.) обследования технического состояния зданий и определения их реальной сейсмостойкости.

В качестве основы ЦИС целесообразно использовать разработки и результаты внедрения технологии мониторинга, изложенные в [9–10]. Как отмечалось, в основе лежит метод регистрации изменений периодов и коэффициентов затухания собственных колебаний зданий и сооружений (ГОСТ 34081–2017 «Здания и сооружения. Определение параметров основного тона собственных колебаний»). Практическое же установление соотношений между степенью повреждения зданий и сооружений и изменением их собственных периодов и коэффициентов затухания не требует слишком дорогостоящих экспериментальных работ, так как эти соотношения могут быть получены как в процессе работы ЦИС, так и с использованием методов предварительной вибродиагностики в процессе возведения объектов для верификации с их проектными параметрами при создании цифровых двойников, а также за счет измерений на уже поврежденных или разрушенных в результате землетрясений или каких-либо других причин зданиях и сооружениях.

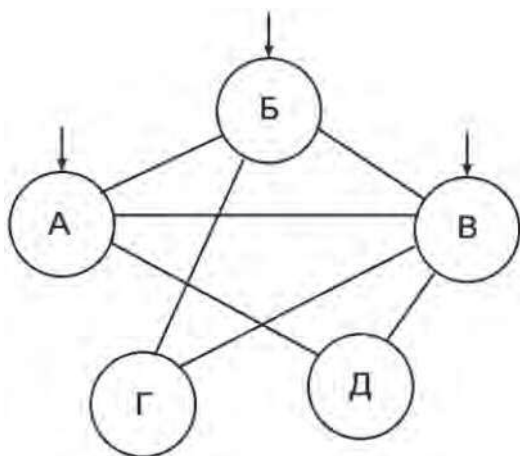


Рис. 5. Граф структуры информационной системы мониторинга состояния зданий и сооружений существующей застройки муниципального образования (стрелками обозначены точки входа в информационную систему)

Fig 5. Graph of structure of information system monitoring of building status in current development area of municipal entity (information system input is pointed with arrows)

Структурно ЦИС должна быть реализована на следующих уровнях: федеральном, региональном и муниципальном в рамках модели, представленной на рис. 5.

Основной базой информации для такой системы служат сведения, полученные в результате реализации алгоритма с помощью пяти информационных множеств: **А** – паспорта зданий в пределах предварительно выделенной территории; **Б** – станции мониторинга, информация с которых необходима для исследований в пределах изучаемой территории; **В** – внешние динамические воздействия, включая произошедшие землетрясения; **Г** – записи прошедших воздействий и их отклики на различных уровнях зданий в пределах исследуемой территории; **Д** – описания повреждений после произошедших событий [11].

Отношения между информационными множествами **А** и **Б**, а также **А** и **Д** находятся в соответствии 1:1; между **А** и **В**, **Б** и **В** – в соответствии М:К; между **Б** и **Г**, **В** и **Г**, **В** и **Д** – в соответствии 1:М.

Предложенные соответствия 1:1, 1:М и М:К имеют следующий смысл:

- отношение между множествами **X** и **Y** можно рассматривать как два отображения: **FX**: $X \rightarrow Y$ и **FY**: $Y \rightarrow X$;

- множества **X** и **Y** находятся в отношении 1:М при условии, что одно из отображений, **FX** или **FY**, функционально. Для случаев, когда оба отображения функциональны, для объектов множества **X** и **Y** соотношения принимаются 1:1;

- в случае, если объекты находятся в отношении М:К, ни одно из отображений не функционально, т. е. для каждого объекта **X** имеется множество объектов **Y** и наоборот. Другие аспекты формирования и организации функционирования ЦИС представлены в работе [11].

Такая ЦИС полностью обеспечивает решение указанных выше задач, важнейшей из которых является прогноз последствий сильных землетрясений, необходимый для снижения социального и экономического ущерба существующей застройки территорий за счет реализации превентивных мероприятий по своевременному усилению строительных объектов с дефицитом сейсмостойкости, а также за счет своевременно подготовленных МЧС России мероприятий по ликвидации возможных последствий.

С введением в действие ГОСТ 34511–2018 в качестве исходной информации для этого прогноза, как отмечалось выше, служат две цифровые базы экспериментальных данных: о классах сейсмостойкости зданий и сооружений и о данных инженерно-геологических изысканий с целью определения категорий грунтов по сейсмическим свойствам (СП 14.133330.2018), а также о результатах деталь-

ного сейсмического районирования и/или сейсмического микрорайонирования (СП 408.1325800.2018 «Детальное сейсмическое районирование и сейсмомикрорайонирование для территориального планирования»).

Прогностическую информацию о повреждении зданий и сооружений города целесообразно определять исходя из информации о максимальной интенсивности прогнозируемого землетрясения на рассматриваемой территории, выраженной в баллах макросейсмической шкалы интенсивности землетрясений и полученной по данным сейсмического микрорайонирования, либо детального сейсмического районирования, либо, при их отсутствии, по данным общего сейсмического районирования, вплоть до семи- и шестибалльных территорий на грунтах категории III и IV по сейсмическим свойствам (СП 408.1325800) соответственно. В работе [9] описаны критерии и алгоритмы получения прогностических карт последствий землетрясений разного уровня интенсивности.

При осуществлении прогнозирования последствий землетрясений целесообразно определить критерии, в соответствии с которыми принимается решение о необходимости такого прогнозирования для данного конкретного населенного пункта, очередности его проведения. Одним из таких критериев может выступать численность населения, причем значение этого критерия может варьироваться в различных субъектах Российской Федерации. Прогноз осуществляется для всех существенных землетрясений, т. е. если город расположен в 9-балльном сейсмическом районе, то прогноз представляется для землетрясений 9, 8 и 7 баллов, что позволяет выявить здания и сооружения с наименьшей надежностью, которые пострадают в первую очередь уже при 7-балльных землетрясениях, случающихся значительно чаще 9-балльных. При этом следует учитывать, что по результатам детального сейсмического районирования потребуется представлять прогностическую информацию о последствиях землетрясений, происходящих в различных очаговых зонах, где возникают различные преобладающие периоды колебаний грунта.

После каждого землетрясения рассматриваемых уровней интенсивности необходима корректировка прогностической информации как на основе анализа последствий землетрясения в соответствии с СП 322.1325800, так и на основе изменения класса сейсмостойкости зданий и сооружений городской застройки.

Природа февральским землетрясением 2023 г. в Турции и Сирии в очередной раз преподала людям страшный урок: либеральный подход к соблюдению

требований нормативов, необоснованные изменения сейсмичности, игнорирование и недооценка факта снижения сейсмостойкости объектов капитального строительства в период их эксплуатации, пренебрежение и экономия на средствах мониторинга и контроля опасных изменений конструкций и предупреждения на ранней стадии об их переходе в аварийное состояние на сейсмических территориях оборачиваются катастрофическими последствиями общегосударственного масштаба, уносящими тысячи человеческих жизней и причиняющими огромный материальный ущерб экономике страны.

Выводы и предложения

1. Объективная оценка жилого фонда субъектов Российской Федерации на сейсмически активных территориях, характеризующегося неоднородной структурой как по типологии, конструктивным решениям и периоду эксплуатации его объектов, так и по совокупности сведений об их реальной сейсмостойкости, потребует выполнения комплекса следующих мероприятий:

- проведения инвентаризации и паспортизации жилищного фонда с выявлением зданий и сооружений, требующих усиления, на основе единой методики оценки дефицита сейсмостойкости и установления единого подхода к категорированию объектов с дефицитом сейсмостойкости при учете технического состояния жилищного фонда;

- разработки и внедрения единого цифрового паспорта строительного объекта (ЕЦПСО), ведение которого должно осуществляться на всех этапах его жизненного цикла;

- разработки на основе единых физических принципов методологии ранней диагностики опасных изменений конструкций при сейсмических воздействиях и формирования соответствующей организационно-технической структуры, предупреждающие возникновение дефицита сейсмостойкости и предотвращающие стихийный переход зданий в аварийное состояние, что позволит получать оперативную информацию о реальной сейсмостойкости объектов для осуществления превентивных мероприятий по их усилению так же, как это делается во многих странах мира, расположенных на сейсмических территориях, и как было организовано в последние годы в СССР [13];

- внесения изменений в законодательные и нормативные акты, в том числе в Федеральные законы от 24.12.2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс РФ», от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» в части контроля сейсмостойкости при эксплуатации строительных объектов на основе инженерно-сейсмометрических наблюдений; недопущения на сейсмиче-

ских территориях приемки в эксплуатацию объектов нового строительства не оснащенных системой контроля динамических параметров конструкций с учетом действующих нормативных документов; полномочий федерального органа исполнительной власти по координации и управлению деятельности организационных структур, выполняющих инженерно-сейсмометрические наблюдения, обработку информации и аппаратурное обеспечение; в постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 в части безопасной эксплуатации строительных объектов на сейсмических территориях, требований единообразия формы и содержания ЕЦПСО и использования единых физических принципов мониторинга технического состояния зданий и сооружений; в положение о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (утверждено Постановлением правительства РФ от 18.11.2013 г. № 1038) в части организации инженерно-сейсмометрических наблюдений и контроля сейсмостойкости эксплуатируемых объектов на сейсмически активных территориях;

– разработки нормативно-технической и методической базы в части установления требований по обеспечению безопасности эксплуатируемых объектов при сейсмических воздействиях, включающих в том числе определение «уровня сейсмической безопасности объекта» и «дефицита сейсмостойкости объекта», с внесением предложений к постановлению Правительства Российской Федерации, устанавливающему порядок признания многоквартирных домов имеющими дефицит сейсмостойкости и определяющему механизмы управления рисками, связанными с таким жильем;

2. Для получения объективных параметров, характеризующих уровень сейсмических воздействий и их влияние на техническое состояние объектов требуется актуализация цифровой базы записей сильных землетрясений в соответствии с усовершенствованной макросейсмической шкалой интенсивности землетрясений ГОСТ 34511–2018 и на новой цифровой основе необходимо сформировать утраченную советскую базу записей динамических параметров конструкций по результатам инженерно-сейсмометрических наблюдений за колебаниями сооружений и прилегающих грунтов с использованием современных отечественных цифровых измерительных систем и программного обеспечения [12–16].

3. В целях обеспечения возможности контроля и управления техническим состоянием объектов жилого фонда для сохранения и предупреждения его перехода в аварийное состояние на сейсмически активных территориях необходимо разработать на основе общей инфологической модели цифровую информационную систему (ЦИС), опирающуюся на цифровые базы записей интенсивности сейсмических воздействий и динамических характеристик конструкций. В качестве базового элемента этой системы целесообразно использовать универсальную технологию оценки и контроля механической безопасности зданий и сооружений, разработанную для застроенных территорий с особыми природными и техногенными условиями (распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 октября 2022 г. № 3179).

4. Для отработки функционирования ЦИС на различных административно-территориальных уровнях, накопления опыта и последующего тиражирования в субъектах Российской Федерации целесообразно разработать и реализовать пилотные проекты для конкретных регионов с повышенной сейсмичностью, например Махачкалы на Северном Кавказе и Петропавловска-Камчатского на Дальнем Востоке.

5. В рамках цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 27 декабря 2021 г. № 3883-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года», определить уполномоченный орган по управлению и координации на постоянной основе инженерно-сейсмометрических наблюдений строительных объектов, включая измерения, обработку, формирование и ведение цифрового банка инженерно-сейсмометрической информации, обеспечение создания и организации производства сейсмоизмерительной аппаратуры, а также по формированию, обслуживанию, научно-методическому сопровождению и развитию цифровой автоматизированной системы контроля безопасности городской застройки с обеспечением передачи органам государственной и исполнительной власти прогностической информации о степени разрушаемости объектов жилищно-гражданского строительства при эксплуатации на сейсмических территориях.

Список литературы

1. Методические рекомендации по инженерному анализу последствий землетрясений. М.: ЦНИИСК; МСССС, 1980. 78 с.

References

1. Methodological recommendations for the engineering analysis of the consequences of earthquakes. Moscow: TSNIISK; MSSSS. 1980. 78 p.

2. Методическое пособие по паспортизации зданий и сооружений в сейсмических районах. Петропавловск-Камчатский: ДальНИИС, 1990. 93 с.
3. Методические рекомендации по обследованию и паспортизации существующего жилого фонда, зданий соцкультбыта и промышленных предприятий в сейсмических районах Иркутской области. Иркутск: ИЗК СО РАН, 1991.
4. Савин С.Н., Артемьев А.Н., Петрунин К.Л. Методические аспекты обследования зданий и инженерных сооружений в сейсмоопасных районах // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 1998. № 6. С. 37–38.
5. Бержинская Л.П., Бержинский Ю.А. Методы паспортизации зданий в сейсмических районах // *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2009. Т. 36. № 2. С. 57–69.
6. Дроздюк В.Н. Методика по обследованию зданий типовой застройки с целью определения их сейсмостойкости и необходимости сейсмоусиления. Технический регламент Камчатки TRK01-2009. Утвержден Минстроем Камчатского края 20 апреля 2005 г. ГУП «Камчатскгражданпроект». 2009.
7. Дорофеев В.М. Мониторинг состояния зданий и сооружений существующей застройки городов, подверженных катастрофам природно-техногенного характера // *Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях*. 1998. № 6. С. 16–26.
8. Дорофеев В.М. О безопасности эксплуатации несущих конструкций зданий и сооружений и практических способах ее обеспечения // *Вестник Росийского университета дружбы народов. Сер. проблемы комплексной безопасности*. 2004. № 1. С. 44–52.
9. Дорофеев В.М., Денисов А.С. Прогноз последствий сильных землетрясений // *Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений*. 2019. № 1 (38). С. 28–31.
10. Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Лысов Д.А., Акбиев Р.Т. Основы мониторинга строительных объектов с использованием анализа изменения их динамических параметров // *Academia. Архитектура и строительство*. 2021. № 3. С. 89–100.
11. Гурьев В.В., Дорофеев В.М. О проблемах нормирования безопасности застроенных территорий в сейсмических районах. *Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2019 году: Сборник научных трудов РААСН*. М.: АСВ, 2020. С. 157–178.
12. Гурьев В.В., Гранев В.В., Дмитриев А.Н., Дорофеев В.М., Келасьев Н.Г., Лысов Д.А. Опыт применения автоматизированных станций мониторинга на уникальных строительных объектах //
2. Methodical manual on certification of buildings and structures in seismic areas. Petropavlovsk-Kamchatky: DALNIIS. 1990. 93 p.
3. Methodological recommendations for the survey and certification of existing housing stock, social and cultural buildings and industrial enterprises in seismic areas of the Irkutsk region. Irkutsk: IZK SB RAS. 1991.
4. Savin S.N., Artemyev A.N., Petrunin K.L. Methodological aspects of the construction of buildings and engineering structures in earthquake-prone areas. *Seismostoi koe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii*. 1998. No. 6, pp. 37–38. (In Russian).
5. Berzhinskaya L.P., Berzhinsky Yu.A. Methods of certification of buildings in seismic areas. *Voprosy inzhenernoi seismologii*. 2009. Vol. 36. No. 2, pp. 57–69. (In Russian).
6. Drozdjuk V.N. Methodology for the survey of typical buildings in order to determine their seismic resistance and the need for seismic reinforcement. Technical regulations of Kamchatka TRK01-2009. Approved by the Ministry of Construction of the Kamchatka Territory on April 20, 2005. GUP "Kamchatskgrazhdanproekt". 2009.
7. Dorofeev V.M. Monitoring of the state of buildings and structures of the existing development of cities prone to natural and manmade disasters. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychainykh situatsiyakh*. 1998. No. 6, pp. 16–26. (In Russian).
8. Dorofeev V.M. On the safety of the operation of load-bearing structures of buildings and structures and practical ways to ensure it. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya problemy kompleksnoi bezopasnosti*. 2004. No. 1, pp. 44–52. (In Russian).
9. Dorofeev V.M., Denisov A.S. Forecast of the consequences of strong earthquakes. *Prirodnye i tekhnogennyye riski. Bezopasnost' sooruzhenii*. 2019. No. 1 (38), pp. 28–31. (In Russian).
10. Guryev V.V., Dorofeev V.M., Lysov D.A., Akbiev R.T. Fundamentals of monitoring of construction objects using the analysis of changes in their dynamic parameters. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2021. No. 3, pp. 89–100. (In Russian).
11. Guryev V.V., Dorofeev V.M. On the problems of rationing the safety of built-up areas in seismic areas. *Fundamental, claim and applied research of the RAASN on scientific support of the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2019: Collection of scientific papers of the RAASN*. Moscow: ASV. 2020, pp. 157–178.
12. Guryev V.V., Granev V.V., Dmitriev A.N., Dorofeev V.M., Kelasyev N.G., Lysov D.A. The experience of using automated monitoring stations on unique

- Промышленное и гражданское строительство.* 2021. № 11. С. 4–12.
13. Дорофеев В.М. Концептуальные основы функционирования и развития службы инженерно-сейсмометрических наблюдений // *Строительство и архитектура. Сейсмостойкое строительство.* 1996. Сер. 14. Вып. 1. С. 26–29.
 14. Патент РФ 2654830. *Цифровая инженерно-сейсмометрическая станция с системой мониторинга технического состояния зданий или сооружений* / Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Лысов Д.А., Денисов А.С., Катренко В.Г. Заявл. 23.06.2017.
 15. Патент РФ № 2654831. *Способ многоканальной регистрации сейсмических колебаний на инженерно-сейсмометрической станции* / Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Лысов Д.А., Денисов А.С., Катренко В.Г. Заявл. 23.06.2017.
 16. Патент РФ 2655462. *Сейсмический прибор для измерения динамических воздействий при мониторинге технического состояния несущих конструкций зданий и сооружений* / Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Лысов Д.А., Денисов А.С., Катренко В.Г. Заявл. 23.06.2017.
- construction sites. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo.* 2021. No. 11, pp. 4–12. (In Russian).
13. Dorofeev V.M. Conceptual foundations of the functioning and development of the service of engineering seismometric observations. *Stroitel'stvo i arkhitektura. Seismostoikoe stroitel'stvo.* 1996. Ser. 14. Iss. 1, pp. 26–29. (In Russian).
 14. Patent RF 2654830. *Tsifrovaya inzhenerno-seismometricheskaya stantsiya s sistemoi monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya zdaniy ili sooruzhenii.* Guryev V.V., Dorofeev V.M., Lysov D.A., Denisov A.S., Katrenko V.G. Declared 23.06.2017. (In Russian).
 15. Patent RF 2654831. *Sposob mnogokanal'noi registratsii seismiche-skikh kolebaniy na inzhenerno-seismometricheskoi stantsii.* Guryev V.V., Dorofeev V.M., Lysov D.A., Denisov A.S., Katrenko V.G. Declared 23.06.2017. (In Russian).
 16. Patent RF 2655462. *Seismicheskii pribor dlya izmereniya dinamicheskikh vozdeistvii pri monitoringe tekhnicheskogo sostoyaniya nesushchikh konstrukt-sii zdaniy i sooruzhenii.* Guryev V.V., Dorofeev V.M., Lysov D.A., Denisov A.S., Katrenko V.G. Declared 23.06.2017. (In Russian).

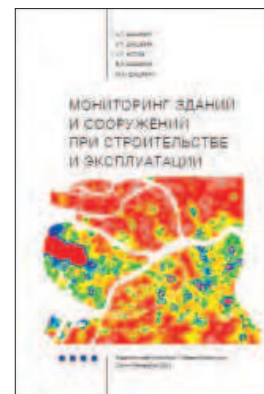
СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

МОНИТОРИНГ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Авторы: А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин, С.Г. Богов, В.А. Шашкин, М.А. Шашкин
(практическое руководство под редакцией д.г.-м.н. Шашкина А.Г.)
Санкт-Петербург: Георекострукция, 2021. 640 с.

В монографии раскрывается содержание мониторинга механической безопасности при новом строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений. Показывается значение мониторинга не только как средства контроля за сохранностью городской застройки, но и как профилактического средства, позволяющего своевременно обнаружить и диагностировать негативные тенденции и принять адекватные меры по нормализации технического состояния сооружения. Отмечается необходимость построения мониторинга как интерактивного процесса, базирующегося на компьютерной модели взаимодействия сооружения и основания. Это позволяет корректно интерпретировать результаты мониторинга, а также выполнять обратные расчеты для совершенствования исходных расчетных схем и физических моделей материалов и грунтов.

По вопросам приобретения обращайтесь: E-mail: georeconstruction@gmail.com WWW: geo-bookstore.ru



Учебное пособие «Промышленное и гражданское строительство. Введение в профессию»

Авторы: Грызлов В.С., Ворожбянов В.Н., Гендлина Ю.Б., Залипаева О.А., Каптюшина А.Г.,
Медведева Н.В., Петровская А.А., Поварова О.А., Чорная Т.Н.
Научный редактор – д-р техн. наук, проф. В.С. Грызлов
Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 276 с.

Дана общая характеристика профессии строитель. Приведены сведения из истории развития строительной отрасли. Предложено краткое описание видов строительной продукции, особенностей проектирования строительных объектов, технологии и порядка организации возведения зданий и сооружений; раскрыты вопросы менеджмента в строительстве. Подчеркнута важность строительной науки и цифровизации строительной деятельности. Отдельная глава посвящена особенностям организации инженерно-строительного обучения. Для студентов бакалавриата, начавших обучение по направлению «Строительство». Может быть использовано для профориентационной работы с выпускниками школ.

По вопросам приобретения обращайтесь в издательство «Инфра-Инженерия»

