

Academia. Архитектура и строительство, № 2, стр. 162–170.  
Academia. Architecture and Construction, no. 2, pp. 162–170.

Исследования и теория  
Научная статья  
УДК 699.841  
DOI: 10.22337/2077-9038-2025-2-162-170

## Цифровой мониторинг и контроль сейсмостойкости городской застройки для управления градостроительной безопасностью на урбанизированных сейсмических территориях

**Гурьев Владимир Владимирович** (Москва). Доктор технических наук, профессор. Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (119331, Москва, просп. Вернадского, д. 29. ЦНИИП Минстроя России). Эл. почта: 89150902767@mail.ru

**Дорофеев Владимир Михайлович** (Москва). Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (119331, Москва, просп. Вернадского, д. 29. ЦНИИП Минстроя России). Эл. почта: vmd2021@yandex.ru

**Чилибьева Евгения Александровна** (Москва). Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (119331, Москва, просп. Вернадского, д. 29. ЦНИИП Минстроя России). Эл. почта: jenych@yandex.ru

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам управления градостроительной безопасностью на сейсмических территориях Российской Федерации.

Рассмотрены особенности жилищного фонда на сейсмоопасных территориях, включая его структуру и проблемы ускоренного «старения». Указано, что в условиях угрозы сильных землетрясений главной целью для безопасной жизнедеятельности на урбанизированных сейсмических территориях являются сохранность (неразрушаемость) объектов городской застройки, в первую очередь, жилищной сферы и социальной инфраструктуры с массовым пребыванием людей и устойчивое сокращение их аварийного фонда.

Предложена информационная система управления безопасностью городской застройки, основанная на получении в реальном времени постоянной информации от инженерно-сейсмометрических станций, установленных на зданиях-представителях в субъектах Российской Федерации и объединённых в единую цифровую платформу мониторинга и контроля сейсмостойкости жилищного фонда на урбанизированных сейсмических территориях Российской Федерации.

Определены задачи, рассмотрена структура и подготовлены предложения по функционированию информационной системы управления безопасностью застройки городов – субъектов Федерации, включая структуру и назначение входящей в неё городской системы управления с её программным обеспечением TechSeimCtrl.

**Ключевые слова:** урбанизированные сейсмические территории, управление градостроительной безопасностью, эксплуатационный мониторинг, цифровая платформа, информационная система, программное обеспечение

**Для цитирования.** Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Чилибьева Е.А. Цифровой мониторинг и контроль сейсмостойкости городской застройки для управления градостроительной безопасностью на урбанизированных сейсмических территориях // Academia. Архитектура и строительство. – 2025. – № 2. – С. 162–170. – DOI: 10.22337/2077-9038-2025-2-162-170.

## Digital Monitoring and Control of Earthquake Resistance of Urban Buildings for Urban Planning Safety Management in Urbanized Seismic Territories of the Russian Federation

**Guryev Vladimir V.** (Moscow). Doctor of Technical Sciences, Professor. Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of Russia (29 Vernadskogo Prospekt, Moscow, 119331. TsNIIP Minstroyi of Russia). E-mail: 89150902767@mail.ru

**Dorofeev Vladimir M.** (Moscow). Candidate of Science in Physics and Mathematics. Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of Russia (29 Vernadskogo Prospekt, Moscow, 119331. TsNIIP Minstroyi of Russia). E-mail: vmd2021@yandex.ru

**Chilibyeva Evgeniya A.** (Moscow). Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of Russia (29 Vernadskogo Prospekt, Moscow, 119331. TsNIIP Minstroyi of Russia). E-mail: jenych@yandex.ru

*Abstract.* The article is devoted to the issues of urban planning safety management in the seismic territories of the Russian Federation.

The features of the housing stock in earthquake-prone areas, including its structure and the problems of accelerated "aging", are considered. It is stated that in conditions of the threat of strong earthquakes, the main goal for safe living in urbanized seismic territories is the preservation (indestructibility) of urban development facilities, primarily housing and social infrastructure with a large number of people, and a steady reduction in their emergency fund.

An information system for managing the safety of urban development is proposed, based on receiving constant information in real time from engineering seismometric stations installed on representative residential buildings in the constituent entities of the Russian Federation and integrated into a single digital platform for monitoring and controlling the seismic resistance of housing stock in urbanized seismic territories of the Russian Federation.

The tasks have been defined, the structure has been reviewed and proposals have been prepared for the functioning of the information security management system for urban development in the subject of the federation, including the structure and purpose of the urban management system included in it with its TechSeimCtrl software.

**Keywords:** urbanized seismic territories, urban planning safety management, operational monitoring, digital platform, information system, software

*For citation.* Guryev V.V., Dorofeev V.M., Chilib'eva E.A. Digital Monitoring and Control of Earthquake Resistance of Urban Buildings for Urban Planning Safety Management in Urbanized Seismic Territories of the Russian Federation. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2025, no. 2, pp. 162–170, doi: 10.22337/2077-9038-2025-2-162-170.

Градостроительная особенность сейсмоопасных территорий, на которых расположены 28 субъектов Российской Федерации, отличается высоким уровнем урбанизации, превышающим 73% со сосредоточением населения в крупных городах и городских агломерациях, особенно в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах [1]. Жилищный фонд этих субъектов в основном сформирован пяти-восьми- и девяти-девятнадцатиэтажными многоквартирными домами (МКД) типовых серий, построенными в период 1960-х – 1980-х годов прошлого века, общей площадью свыше 510 млн кв. м, для которых отсутствует достоверная информация об их остаточной сейсмостойкости.

Следует отметить ускоренное «старение» МКД на сейсмоопасных территориях вследствие воздействия постоянных

(свыше 15000 в месяц) слабых колебаний<sup>1</sup> (рис. 1), не всегда ощущаемых и регистрируемых только приборами, приводящих к деградации структуры материала конструкций, их усталостной прочности и снижению (дефициту) сейсмостойкости.

По экспертным оценкам, порядка 200 млн кв. м МКД имеют дефицит сейсмостойкости, а 26 млн кв. м находятся в ограниченно-работоспособном состоянии, поэтому они станут главной угрозой для населения при ближайших сильных землетрясениях, которые возникают в неустановленные сроки, внезапно, без предупреждения и сопровождаются массовой гибелью людей в результате катастрофического разрушения городской застройки. Только в прошлом столетии в городах на сейсмических территориях СССР и современной России произошло шесть раз-

<sup>1</sup> База данных «Землетрясения России» // ФИЦ ЕГРС РАН (URL: <http://eqru.gssras.ru/events/run/>).

рушительных землетрясений, погибло около 200 тыс. человек, был нанесён огромный экономический ущерб, сопоставимый с ущербом от военных действий. В этой связи под градостроительной безопасностью следует понимать состояние защищённости городской среды от природных и техногенных воздействий.

Поскольку эти регионы развиваются в условиях постоянной угрозы воздействия сильных землетрясений, точный прогноз которых пока невозможен, для (поддержания) безопасной жизнедеятельности на урбанизированных сейсмических территориях субъектов Российской Федерации и исключения катастрофических последствий при внезапном возникновении этих событий необходимо обеспечить сохранность (неразрушенность) объектов городской застройки, в первую очередь, жилищного фонда и социальной инфраструктуры с массовым пребыванием людей и устойчивое сокращение их аварийного фонда (подпункт «а» п.1 Перечня поручений Президента Российской Федерации от 07.10.2022 г. № ПР-1883; подпункт «г» п. 4 Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. №309<sup>2</sup>).

Для этого необходимо решить следующие четыре первоочередные задачи.

1. Обеспечение постоянного мониторинга в режиме реального времени сейсмостойкости и прогноза её изменения для различных объектов городской застройки.

2. Осуществление оперативного категорирования (классификации) и паспортизирования объектов (с формированием цифровых двойников) по их остаточной сейсмостойкости<sup>3</sup>, выявление сейсмо-дефицитных объектов, требующих срочного усиления.

3. Выполнение оперативного восстановления сейсмостойкости (сейсмоизолирование) данных объектов без их массового расселения.

<sup>2</sup> <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/69556/print>; <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542>

<sup>3</sup> СП 442.1325800.2019 «Здания и сооружения. Определение класса сейсмостойкости» (<https://docs.ctnd.ru/document/554820828>).

<sup>4</sup> Статья проиллюстрирована авторскими рисунками.

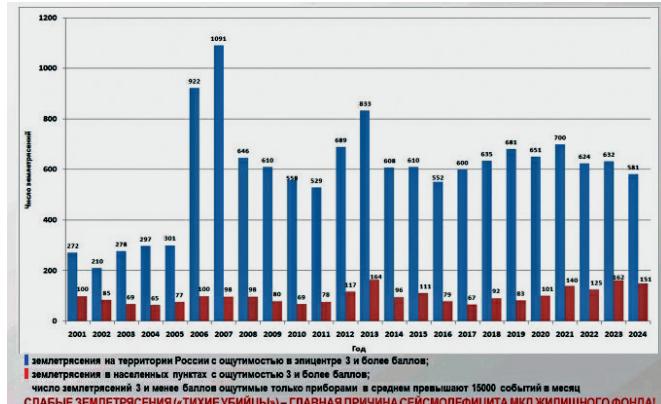


Рис. 1<sup>4</sup>. Статистика слабых землетрясений на территории Российской Федерации за период 01.20 – 11.2024 (по данным ФИЦ ЕГРС РАН)

4. Получение новых знаний о сопротивляемости конструкций многократно повторяемым малоамплитудным сейсмическим колебаниям в реальных условиях эксплуатации

| Состояние конструктивных элементов фермы |  | № формы собственных колебаний | Частота собственных колебаний фермы с нагрузкой от собственного веса | Частота собственных колебаний фермы с нагрузкой от собственного веса и временной проектной нагрузки |
|--|--|-------------------------------|--|---|
| 1  | Ферма не имеет дефектов                    | 1                             | 3,4  | 2,3   |
|  |  | 2                             | 8,6  | 5,7   |
|  |  | 3                             | 13,7   | 9   |
|  |  | 4                             | 17,9   | 12,1  |
|  |  | 5                             | 19,2   | 15,2  |
|  |  |                               |  |   |
| 2  | Ферма с удаленным средним раскосом         | 1                             | 3,4  | 2,2   |
|  |  | 2                             | 4,7  | 3,1   |
|  |  | 3                             | 12,4   | 8,3   |
|  |  | 4                             | 14,4   | 9,3   |
|  |  | 5                             | 18,7   | 14,6  |
|  |  |                               |  |   |
| 3  | Ферма с удаленным третьим крайним раскосом | 1                             | 3  | 2   |
|  |  | 2                             | 8,3  | 5,5   |
|  |  | 3                             | 8,7  | 6,1   |
|  |  | 4                             | 14,9   | 9,6   |
|  |  | 5                             | 18,9   | 13,5  |

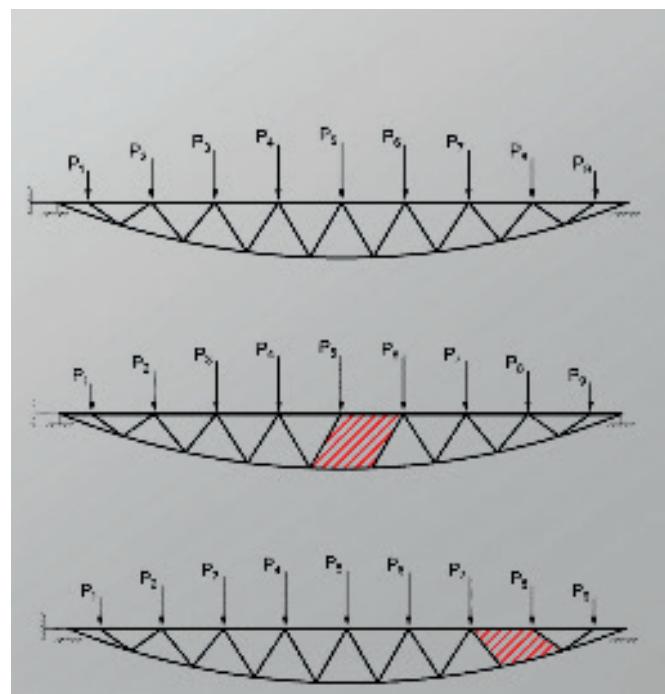


Рис. 2. Влияние дефектов конструкции на её динамические параметры: удаление раскосов приводит к изменению частот собственных колебаний фермы, достигающему до 40% для второй формы колебаний при исключении среднего раскоса

(в режиме реального времени) для развития и совершенствования методов расчета и проектирования сейсмостойкости строительных объектов.

В любом случае эффективность мероприятий по восстановлению сейсмостойкости зависит от объективности сейсмологических и инженерно-сейсмометрических данных в реальном времени о сейсмических событиях и реакции зданий на эти события с выявлением зон уязвимости городских территорий, возможности проведения предиктивного анализа и оперативной передачи информации в центры принятия решений для осуществления превентивных мероприятий по сейсмоусиленнию объектов жилищного фонда. Это возможно только с использованием технологий дистанционного контроля состояния городской застройки, которые широко применяются национальными службами государств, расположенных на сейсмических территориях, с помощью цифровых инженерно-сейсмометрических станций (ЦИСС), установленных на жилых зданиях и проводящих непрерыв-

ные наблюдения за их техническим состоянием [2]. Высокая чувствительность датчиков ЦИСС [3] позволяет в реальном времени регистрировать изменение динамических параметров конструкций при различных сейсмических воздействиях и на ранней стадии обеспечивать передачу информации об опасных состояниях объекта (рис. 2).

Формирование сети цифровых измерительных станций, размещённых на типовых зданиях-представителях в сейсмоопасных субъектах Российской Федерации и объединённых с сетью региональных сейсмологических станций РАН в единую цифровую платформу (рис. 3), осуществляющую в режиме реального времени оценку остаточной сейсмостойкости МКД, ранжирование и паспортизацию объектов, позволит оптимизировать затраты и повысить экономическую эффективность превентивных мероприятий по обеспечению устойчивости городской застройки природным воздействиям [1].

По существу, предлагается использовать технологии искусственного интеллекта по сбору, обработке, хранению и передаче огромного объёма данных о динамике состояния объектов, об их типологических характеристиках и идентификации, об изменениях свойств грунтов, планировочных параметрах застройки и др. для снижения сейсмических рисков и обеспечения устойчивого сокращения сейсмоопасного жилищного фонда.

В работе [4] представлена инфологическая модель региональной информационной системы субъектов Российской Федерации, являющейся составной частью цифровой платформы управления безопасностью жилой городской застройки на урбанизированных сейсмических территориях Российской Федерации. Инфологическая модель информационной системы – это обобщённое неформальное описание создаваемой базы данных, выполненное с использованием естественного языка, математических формул, таблиц, графиков и других средств.

Информационная система этой цифровой платформы представляет собой информационную систему с распределёнными базами данных (БД), территориально расположенными и формируемыми в субъектах Федерации на основе определения классов сейсмостойкости зданий в городах этих субъектов, позволяющая определять сейсмическую опасность для зданий с учётом информации, получаемой от сети цифровых инженерно-сейсмометрических станций. Первичной основой разработанной информационной системы являются информационные системы регионального уровня, относящиеся к субъекту Федерации, агрегируемые из городских информационных систем (рис. 4), входящих в данный субъект, которые рассмотрены в работах [5–7].

Для цифровой реализации упомянутой выше инфологической модели информационной системы регионального уровня субъекта Федерации разработана компьютерная программа TechSeimCtrl, которая соответствует требованиям и рекомендациям Федеральной государственной информационной системы «Реестры программ для электронных вычислительных

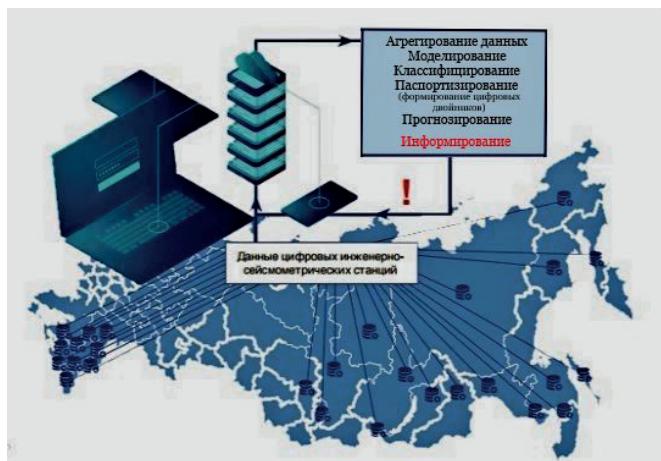


Рис. 3. Принципиальная схема цифровой платформы управления градостроительной безопасностью на урбанизированных сейсмических территориях Российской Федерации

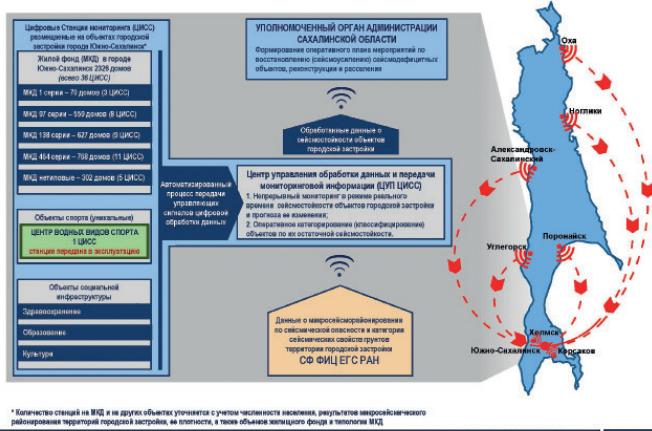


Рис. 4. Функционально-технологическая структура региональной системы мониторинга и контроля сейсмостойкости объектов городской застройки на примере Сахалинской области

машин и баз данных»<sup>5</sup> как к операционным системам, так и к среде функционирования.

*Средства разработки программного обеспечения (ПО):*

Основной язык программирования – C++

СУБД – MSSQLSERVVER

Операционная система – WINDOWS (10-11)

Основные свойства ПО: простая установка системы, масштабируемость, модульность, хранение и передача большого объема данных об объектах, надежность и стабильность хранения данных, безопасность и защита данных от несанкционированного доступа и изменений, интегрирование с технологическими средствами.

Пользователи программы – уполномоченные государственные органы субъектов Российской Федерации.

ПО TechSeimCtrl обеспечивает сбор данных из различных источников и включает следующие возможности:

- первичная загрузка адресов объектов из ФИАС,
- ручной ввод дополнительных (инженерных) параметров,
- хранение истории всех загруженных данных,
- хранение и предоставление доступа к объектам БД (таблицам, представлениям, функциям, процедурам и т.д.),
- запись новых данных,
- удаление устаревших данных,
- редактирование существующих данных,
- анализ и контроль сроков проведения обследований,
- выполнение запросов пользователей на получение данных,
- формирование аналитической и отчетной документации,
- формирование электронного паспорта объекта,
- экспорт отчетов в офисные форматы (TXT, WORD, EXCEL),
- ранжирование объектов по степени износа,
- разграничение прав доступа пользователей к объектам БД,
- поддержка целостности данных,
- резервное копирования и восстановления объектов БД.

Частичная модель БД TechSeimCtrl приведена на рисунке 5.

ПО TechSeimCtrl поможет построить структурированное информационное пространство субъектов Российской Федерации для анализа эксплуатационного состояния зданий и сооружений техногенной зоны и сейсмических данных.

ПО TechSeimCtrl имеет визуальный графический интерфейс, предоставляющий отображение в виде набора модальных окон и экранных форм, обеспечивающих возможность динамического заполнения данных об объекте (результаты обследованных участков и фотоснимки).

По результатам работы формируются паспорт объекта, журнал наблюдений и ведомости дефектов, которые с помощью цифровых двойников актуализируются на протяжении жизненного цикла объекта.

<sup>5</sup> Методические рекомендации по работе с Федеральной государственной информационной системой «Реестры программ для электронных вычислительных машин и баз данных» (<https://reestr.digital.gov.ru/upload/documents>).

<sup>6</sup> ГОСТ 34511-2018 «Землетрясения. Макросейсмическая шкала интенсивности» (<https://vsegost.com/Catalog/70/70853.shtml>).

<sup>7</sup> СП «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*» (<https://docs.cntd.ru/document/550565571>).

Таким образом, цифровая платформа по существу является инструментом управления градостроительной безопасностью субъектов Российской Федерации на урбанизированных сейсмоопасных территориях, выполняющим следующие функции:

– обеспечение органов государственной власти прогнозистической информацией о степени разрушаемости строительных объектов;

– обеспечение в режиме реального времени постоянного контроля сейсмостойкости объектов жилищной сферы с целью предотвращения их перехода в ограниченно-рабоче-способное и аварийное состояния;

– подготовка предложений по превентивным строительным мероприятиям для сохранения жилищного фонда на сейсмических территориях Российской Федерации;

– оперативный сбор и доведение информации о последствиях сильных землетрясений на территории Российской Федерации до органов государственной власти;

– обеспечение научных организаций, занимающихся вопросами сейсмостойкого строительства в Российской Федерации, инструментальной информацией о поведении зданий, сооружений и прилегающего грунта при реальных землетрясениях.

Последнее в числе прочего способствует развитию нормирования сейсмостойкого строительства, в частности, позволяет перейти на современную макросейсмическую шкалу интенсивности в соответствие с ГОСТ 34511-2018<sup>6</sup> и внести корректировку в некоторые положения нормативно-технических документов, в том числе СП 14.13330.2018<sup>7</sup>.

В этом документе для описания сейсмической опасности используется 12-балльная макросейсмическая шкала интенсивности МСК-64, в которой балл представляет собой категорию и не может, с точки зрения математики, использоваться непосредственно в расчётах на сейсмостойкость зданий и сооружений. Для расчётов используются значения ускорений, приписанные баллам шкалы МСК-64, которые определяются также с учётом категорий грунта по сейсмическим свойствам (уточнение балла для строительной площадки).

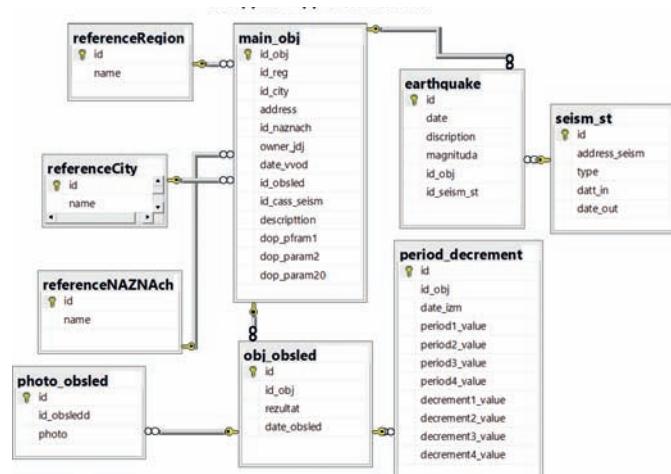


Рис. 5. Структурная схема БД TechSeimCtrl

Применение МСК-64 для современной застройки практически невозможно, поскольку данная шкала разрабатывалась применительно к застройке с сейсмически не усиленными строительными объектами того периода, что привело к необходимости разработки шкалы макросейсмической интенсивности землетрясений, основанной на характере поведения современных зданий и сооружений при этих воздействиях<sup>8</sup>.

Использование новой шкалы открывает возможность определять макросейсмическую интенсивность землетрясения на основе анализа изменения класса сейсмостойкости объектов современной городской застройки<sup>9</sup> и постепенно (по мере накопления базы мониторинговой информации ЦИСС о реакции объектов на реальные сейсмические воздействия) заменить шкалу МСК-64 в нормативных документах, что позволит оптимизировать конструктивные решения объектов и повысить технико-экономический уровень проектирования.

## Заключение

- Цифровой мониторинг и контроль сейсмостойкости городской застройки на урбанизированных сейсмических территориях Российской Федерации для предупреждения и снижения рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является важной государственной технической задачей обеспечения безопасности и технологического суверенитета страны в соответствии с Указами Президента Российской Федерации: «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»<sup>10</sup> от 07.05.2024 года №309 (п. 4 «Комфортная и безопасная среда для жизни»: подпункт «г» устойчивое сокращение непригодного для проживания жилищного фонда; п. 8 «Цифровая трансформация государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы»: подпункты «а, б») и «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших научно-технических технологий»<sup>11</sup> от 18.06.2024 года № 529 (п. 19 «...технологии предупреждения и снижения рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, негативных социально-экономических последствий»).

Решению этой задачи способствует предлагаемая цифровая платформа, опирающаяся на отечественное оборудование и программные комплексы и по существу являющаяся инструментом управления градостроительной безопасностью субъектов Российской Федерации на сейсмоопасных территориях.

<sup>8</sup> ГОСТ 34511-2018 «Землетрясения. Макросейсмическая шкала интенсивности» (<https://vsegost.com/Catalog/70/70853.shtml>).

<sup>9</sup> «Здания и сооружения. Оценка класса сейсмостойкости» (<https://docs.cntd.ru/document/554820828>); ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» (<https://vsegost.com/Catalog/54/54142.shtml>).

<sup>10</sup> <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542>

<sup>11</sup> <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50755>

<sup>12</sup> <http://government.ru/docs/8287/>

<sup>13</sup> <http://government.ru/docs/all/115063/>

Ключевую роль в эффективном функционировании этой платформы играет её информационная система, частью которой (на уровне субъектов Федерации) является разработанное программное обеспечение TechSeimCtrl.

На основе информации цифровой платформы могут быть проверены следующие положения, заложенные в нормативных документах по сейсмостойкому строительству:

- соответствие значений задаваемых в расчётах ускорений для разных баллов макросейсмической интенсивности землетрясений;

- соответствие установления баллов макросейсмической шкалы интенсивности землетрясений категориям грунта по сейсмическим свойствам;

- соответствие вычисляемым по значениям магнитуды, глубины и эпицентralному расстоянию величинам интенсивности землетрясений категориям (баллам) макросейсмической интенсивности землетрясений.

Кроме этого, информация цифровой платформы позволит ускорить введение в нормативные документы по сейсмостойкому строительству новой шкалы макросейсмической интенсивности землетрясений и явится экспериментальной основой совершенствования расчётов зданий и сооружений на сейсмические воздействия.

- В соответствие с полномочиями Минстроя России [Постановление Правительства Российской Федерации от 18.11.2013 г. № 1038<sup>12</sup> (ред. от 28.06.2023 г. в части полномочий Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации): «п.5.4.29. Мониторинг и анализ состояния жилищной сферы в субъектах РФ»; «п.5.4.37. Мониторинг использования жилищного фонда и обеспечение его сохранности»; «п.5.4.38. Мониторинг реализации мероприятий, предусмотренных комплексом мер направленных на решение задач, связанных с ликвидацией аварийного фонда и координация соответствующей деятельности, осуществляющей в субъектах Российской Федерации»] необходимо восстановить функционировавшую в системе Госстроя СССР до 90-х годов прошлого века службу автоматизированного мониторинга и контроля сейсмостойкости сложившейся застройки в городах субъектов Российской Федерации на сейсмоопасных территориях.

- На основе предоставляемой цифровой платформой информации о фактическом состоянии сейсмостойкости городской застройки у субъектов Российской Федерации открывается возможность вносить актуальные предложения по содержанию и объёмам превентивных мероприятий в Государственную программу «Обеспечение доступным и комфортным жильём и коммунальными услугами граждан Российской Федерации», утверждённую Правительством Российской Федерации от 30.12.2017 № 1710, в рамках мероприятия «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации»<sup>13</sup>, по оперативному восстановлению сейсмостойкости гражданских зданий жилищной сферы, обеспечению их готовности к сопротивлению природным воздействиям для предупреждения

рисков чрезвычайных ситуаций и обеспечению безопасности населения в этих регионах.

#### *Принятые сокращения*

ФИЦ ЕГРС РАН – Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»; ЦИСС – цифровые инженерно-сейсмометрические станции; СУБД – Система управления БД; ФИАС – Федеральная информационная адресная система. МКД – Многоквартирные дома

#### *Список источников*

1. Дмитриев, А.Н. Экономическая эффективность применения цифровой платформы дистанционного контроля сейсмостойкости городской застройки для предотвращения последствий землетрясений на сейсмоопасных территориях России / А.Н. Дмитриев, В.В. Гурьев. – Текст : непосредственный // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании : Материалы XV международной научно-практической конференции. Москва, 11.04.2025. – Москва : Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 2025.
2. Основы мониторинга строительных объектов в период эксплуатации с использованием анализа их динамических параметров / В.В. Гурьев, В.М. Дорофеев, Д.А. Лысов, Р.Т. Акбиев. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2021. – № 3. – С. 89–100.
3. Гурьев, В.В. Инженерно-сейсмометрический мониторинг для расчёта конструкций, прогноза сейсмостойкости и обеспечения сохранности гражданских объектов при эксплуатации / В.В. Гурьев, В.М. Дорофеев, В.И. Булыкин. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – №3. – С. 119–131.
4. Гурьев, В.В. О разработке информационной системы цифровой платформы управления безопасностью городской застройки на сейсмических территориях Российской Федерации / Гурьев В.В., Дорофеев В.М., Акбиев Р.Т. – Текст : непосредственный // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2024. – № 5 (72). – С. 36–39.
5. Гурьев, В.В. О проблемах нормирования безопасности застроенных территорий в сейсмических районах / В.В. Гурьев, В.М. Дорофеев. – Текст : непосредственный // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2019 году : Сборник научных трудов РААСН : В 2 томах : Т. 2. – Москва : АСВ, 2020. – С. 157–178.
6. Дорофеев, В.М. Прогноз последствий сильных землетрясений / В.М. Дорофеев, А.С. Денисов. – Текст : непосредственный // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2019. – № 1. – С. 28–31.
7. О критериях дефицита сейсмостойкости при эксплуатации объектов жилищного фонда на сейсмически активных территориях / В.В. Гурьев, В.М. Дорофеев, Р.Т. Акбиев, В.И. Булыкин. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. – 2023. – № 3. – С. 50–61.
8. Круташов, В.В. Базы данных: большие и малые, простые и сложные системы / В.В. Круташов. – Текст : непосредственный. – Москва : Советской радио, 1980. – 51 с.
9. Housner, G.W. Earthquake Engineering-Some Early History / G.W. Housner. – Текст : непосредственный // Proceedings of the Golden Anniversary Workshop on Strong Motion Seismometry. – California. Los Angeles : Department of Civil Engineering, University of Southern California, 1983. – Р. 7–16.
10. Методология комплексного инженерно-сейсмологического мониторинга состояния конструкций зданий и сооружений, включая площадки их размещения / Е.А. Рогожин, Н.К. Капустян, Г.А. Антоновская, Р.Т. Акбиев. – Текст : непосредственный // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2011. – № 4. – С. 33–41.
11. Интегрированная система мониторинга SHM / Цюшэн Ли, Коулун Тхон, Инхуо Хэ [и др.]. – Текст : непосредственный // Высотные здания. – 2018. – № 3. – С. 112–122.
12. Катценбах, Р. Основные принципы проектирования и мониторинга высотных зданий Франкфурта-на-Майне. Случаи из практики / Р. Катценбах, А. Шмитт, Ч. Рамм. – Текст : непосредственный // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2005. – № 9. – С. 80–99.
13. Вильнер, М.Я. О проблемах формирования современной градостроительной политики и задачах по обеспечению безопасности территорий / М.Я. Вильнер, Р.Т. Акбиев, Т.В. Морозова. – Текст : непосредственный // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2011. – № 4. – С. 22–32.
14. Акбиев, Р.Т. Актуальные вопросы целевого планирования для градостроительного освоения и обеспечения комплексной безопасности территории Дальнего Востока, Сибирского региона и Арктики в Российской Федерации / Р.Т. Акбиев. – Текст : непосредственный // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2018. – № 1 (32). – С. 19–22.
15. Рогожин, Е.А. К вопросу об организации сейсмометрического мониторинга на территории прохождения наземных и морских транспортных путей в Арктической зоне Российской Федерации / Е.А. Рогожин, Р.Т. Акбиев. – Текст : непосредственный // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2018. – № 1 (32). – С. 23–26.
16. Беляев, Д.В. Основные механизмы и методология формирования целевых программ по обеспечению сейсмобезопасности территории России (концепция) / Д.В. Беляев, Р.Т. Акбиев. – Текст : непосредственный // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2006. – № 4. – С. 13–18.
17. Бержинская, Л.П. Методы паспортизации зданий в сейсмических районах / Бержинская Л.П., Бержинский Ю.А. – Текст : непосредственный // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2009. – Т. 36, № 2. – С. 57–69.

18. Савин, С.Н. Методические аспекты обследования зданий и инженерных сооружений в сейсмоопасных районах / С.Н. Савин, А.Н. Артемьев, К.Л. Петрунин. – Текст : непосредственный // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 1998. – № 6. – С. 37–38.

19. Курзанов, А.М. Натурные вибрационные исследования сил затухания сооружений в линейно-упругой стадии работы / А.М. Курзанов. – Текст : непосредственный // Исследования сейсмостойкости сооружений и вопросы совершенствования инженерно-сейсмометрической службы : Труды ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – Москва : ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 1985. – С 54–64.

20. Корчинский, И.Л. Кардинальные вопросы сейсмостойкого строительства / И.Л. Корчинский, Т.Ж. Жунусов. – Алма-Ата : КазЦНТИС Госстроя Казахской ССР, 1988. – 131 с. – Текст : непосредственный.

21. Назаров, Ю.П. Аналитические основы расчета сооружений на сейсмические воздействия / Ю.П. Назаров. – Москва : Наука, 2010. – 467 с. – Текст : непосредственный.

22. Дейч, А.М. Методы идентификации динамических объектов / А.М. Дейч. – Москва : Энергия, 1979. – 240 с. – Текст : непосредственный.

23. Предложение к программе организации сейсмометрических наблюдений на грунте и на зданиях / З.И. Аранович, В.М. Фремд, Д.А. Харин [и др.] – Текст : непосредственный // Бюллетень по инженерной сейсмологии. – 1973. – № 8. – С. 63–66.

24. Хачян, Э.Е. Методика получения динамической зависимости «восстанавливающая сила – перемещение» / Э.Е. Хачян, М.Г. Мелкумян. – Текст : непосредственный // ДАН Армянской ССР – 1982. – Т. 74, № 2. – С. 72–77.

#### References

1. Dmitriev A.N., Gur'ev V.V. Ekonomicheskaya effektivnost' primeneniya tsifrovoi platformy distantsionnogo kontrolya seismostoikosti gorodskoi zastroiki dlya predotvrascheniya posledstvii zemletryasenii na seismoopasnykh territoriyakh Rossii [Economic Efficiency of Using a Digital Platform for Remote Monitoring of Seismic Resistance of Urban Development to Prevent the Consequences of Earthquakes in Seismically Hazardous Areas of Russia]. In: Sovremennye problemy upravleniya proektami v investitsionno-stroitel'noi sfere i prirodopol'zovanii [Contemporary Problems of Project Management in Investment and Construction Sphere and Environmental Management], Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference, Moscow, April 11, 2025. Moscow, Rossiiskii ekonomiceskii universitet im. G.V. Plekhanova [Plekhanov Russian University of Economics], 2025. (In Russ.)

2. Gur'ev V.V., Dorofeev V.M., Lysov D.A., Akbiev R.T. Osnovy monitoringa stroitel'nykh ob"ektorov v period ekspluatatsii s ispol'zovaniem analiza ikh dinamicheskikh parametrov [Foundations of Monitoring for Structural Objects during Exploitation on the Base of Analysis of Changes in Its

Dynamic Parameters]. In: Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction], 2021, no. 3, pp. 89–100. №3, 2021g. (In Russ., abstr. in Engl.)

3. Gur'ev V.V., Dorofeev V.M., Bulykin V.I. Inzhenerno-seismometricheskii monitoring dlya rascheta konstruktsii, prognoza seismostoikosti i obespecheniya sokhrannosti grazhdanskikh ob"ektorov pri ekspluatatsii [Engineering Seismometric Monitoring for Calculation Structures, Prediction of Seismic Resistance and Maintenance Civil Objects in Operation]. In: Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo [Academia. Architecture and Construction], 2023, no. 3, pp. 119–131. (In Russ., abstr. in Engl.)

4. Gur'ev V.V., Dorofeev V.M., Akbiev R.T. O razrabotke informatsionnoi sistemy tsifrovoi platformy upravleniya bezopasnost'yu gorodskoi zastroiki na seismicheskikh territoriyakh Rossiiskoi Federatsii [On the Development of an Information System for a Digital Platform for Managing the Safety of Urban Development in the Seismic Territories of the Russian Federation]. In: Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzhenii [Natural and Technogenic Risks. Safety of Structures], 2024, no. 5 (72), pp. 36–39. (In Russ., abstr. in Engl.)

5. Gur'ev V.V., Dorofeev V.M. O problemakh normirovaniya bezopasnosti zastroennykh territorii v seismicheskikh raionakh [About Problems of Normalization of Safety in Urban Areas in Seismic Regions]. In: Fundamental'nye, poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noi otrassli Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu [Fundamental Search and Applied Research of the RAASN on Scientific Support for the Development of Architecture, Urban Planning and the construction industry of the Russian Federation in 2019 year], Collection of scientific works of RAACS, In 2 volumes, Vol. 2. Moscow, ASV Publ., 2020, pp. 157–158. (In Russ., abstr. in Engl.)

6. Dorofeev V.M., Denisov A.S. Prognоз posledstvii sil'nykh zemletryasenii [THE Forecast of Consequences of Strong Earthquakes]. In: Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzhenii [Natural and Technogenic Risks. Safety of Structures], 2019, no. 1, pp. 28–31. (In Russ., abstr. in Engl.)

7. Gur'ev V.V., Dorofeev V.M., Akbiev R.T., Bulykin V.I. O kriteriyakh defitsita seismostoikosti pri ekspluatatsii ob"ektorov zhilishchnogo fonda na seismicheski aktivnykh territoriyakh [On the Criteria for the Deficiency of Seismic Resistance during the Operation of Housing Facilities in Seismically Active Territories]. In: Zhilishchnoe stroitel'stvo [Housing Construction], 2023, no. 3, pp. 50–61. (In Russ., abstr. in Engl.).

8. Krutashov V.V. Bazy dannykh: bol'shie i malye, prostye i slozhnye sistemy [Databases: Large and Small, Simple and Complex Systems]. Moscow, Sovetskoe Radio Publ., 1980, 51 p. (In Russ.)

9. Housner G.W. Earthquake Engineering-Some Early History. In: Proceedings of the Golden Anniversary Workshop on Strong Motion Seismometry. Los Angeles. Department of Civil Engineering, University of Southern California. 1983, pp. 7–16. (In Engl.)

10. Rogozhin E.A., Kapustyan N.K., Antonovskaya G.A., Akbiev R.T. Metodologiya kompleksnogo inzhenerno-seismologicheskogo monitoringa sostoyaniya konstruktsii zdani i sooruzhenii, vkluchaya ploshchadki ikh razmeshcheniya [Methodology of Integrated Engineering and Seismological Monitoring of Building and Structural Components and Their Location Sites]. In: *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzhenii* [Natural and Technogenic Risks. Safety of Structures], 2011, no. 4, pp. 33–41. (In Russ., abstr. in Engl.)
11. Tsyushen Li, Koulun Tkhon, Inkhou Khe [et al.]. Integrirovannaya sistema monitoringa SHM [Structural Health Monitoring for SHM]. In: *Vysotnye zdaniya* [High-Rise Buildings], 2018 no. 3, pp. 112–122. (In Russ.)
12. Kattsenbakh R., Shmitt A., Ramm Ch. Osnovnye printsypry proektirovaniya i monitoringa vysotnykh zdani Frankfurt-Maine. Sluchai iz praktiki [Basic Principles of Design and Monitoring of High-Rise Buildings in Frankfurt am Main. Cases from Practice]. In: *Rekonstruktsiya gorodov i geotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Reconstruction of Cities and Geotechnical Engineering], 2005, no. 9, pp. 80–99. (In Russ.)
13. Vil'ner M.Ya., Akbiev R.T., Morozova T.V. O problemakh formirovaniya sovremennoi gradostroitel'noi politiki i zadachakh po obespecheniyu bezopasnosti territorii [On Problems of Modern Urban Development Policy and Area Security]. [Topical Issues of Targeted Planning for Urban Development and Comprehensive Security of the Far East, the Siberian Region And the Arctic in the Russian Federation]. In: *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzhenii* [Natural and Technogenic Risks. Safety of Structures], 2011, no. 4, pp. 22–32. (In Russ., abstr. in Engl.)
14. Akbiev R.T. Aktual'nye voprosy tselevogo planirovaniya dlya gradostroitel'nogo osvoeniya i obespecheniya kompleksnoi bezopasnosti territorii Dal'nego Vostoka, Sibirskogo regiona i Arktiki v Rossiiskoi [Topical Issues of Targeted Planning for Urban Development and Comprehensive Security of the Far East, the Siberian Region And the Arctic in the Russian Federation]. In: *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzhenii* [Natural and Technogenic Risks. Safety of Structures], 2018, no. 1 (32), pp. 19–22. (In Russ., abstr. in Engl.)
15. Rogozhin E.A., Akbiev R.T. K voprosu ob organizatsii seismometricheskogo monitoringa na territorii prokhozdeniya nazemnykh i morskikh transportnykh putei v Arktycheskoj zone Rossiiskoi Federatsii [On the Issue of Organization of Seismometric Monitoring in the Territory of Passage of Land and Sea Transport Routes in the Arctic Zone of the Russian Federation]. In: *Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost' sooruzhenii* [Natural and Technogenic Risks. Safety of Structures], 2018, no. 1 (32), pp. 23–26. (In Russ., abstr. in Engl.)
16. Belyaev D.V., Akbiev R.T. Osnovnye mekhanizmy i metodologiya formirovaniya tselevykh programm po obespecheniyu seismobezopasnosti territorii Rossii (kontseptsiya) [The Basic Mechanisms and Methodology of Drawing Up Target-Oriented Programs to Enhance Seismic Safety on Russia's Territory (Concept)]. In: *Seismostoikoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii* [Earthquake Engineering. Constructions Safety], 2006, no. 4, pp. 13–18. (In Russ., abstr. in Engl.)
17. Berzhinskaya L.P., Berzhinskii Yu.A. Metody pasportizatsii zdani i seismicheskikh raionakh [Methods of Certification of Buildings in Seismic Areas]. In: *Voprosy inzhenernoi seismologii* [Issues of Engineering Seismology], 2009, Vol. 36, no. 2, pp. 57–69. (In Russ.)
18. Savin S.N., Artem'ev A.N., Petrunin K.L. Metodicheskie aspekty obsledovaniya zdani i inzhenernykh sooruzhenii v seismoopasnykh raionakh [Methodological aspects of survey of buildings and engineering structures in seismically hazardous areas]. In: *Seismostoikoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii* [Earthquake Engineering. Constructions Safety], 1998, no. 6, pp. 37–38. (In Russ.)
19. Kurzanov A.M. Naturnye vibratsionnye issledovaniya sil zatukhaniya sooruzhenii v lineino-uprugoi stadii raboty [Natural Vibration Studies of Attenuation Forces of Structures in the Linear-Elastic Stage of Operation]. In: *Issledovaniya seismostoikosti sooruzhenii i voprosy sovershenstvovaniya inzhenerno-seismometricheskoi sluzhby* [Studies of Seismic Resistance of Structures and Issues of Improving the Engineering and Seismometric Service], Proceedings of the Central Research Institute of Steel Structures named after V.A. Kucherenko. Moscow, TsNIISKim. V.A. Kucherenko Publ., 1985, pp. 54–64. (In Russ.)
20. Korchinskii I.L., Zhunusov T.Zh. Kardinal'nye voprosy seismostoikogo stroitel'stva [Fundamental Issues of Earthquake-Resistant Construction]. Alma-Ata, KazTsNTIS Gosstroya Kaz. SSR Publ., 1988, 131 p. (In Russ.)
21. Nazarov Yu.P. Analiticheskie osnovy rascheta sooruzhenii na seismicheskie vozdeistviya [Analytical Foundations for Calculating Structures for Seismic Impacts]. Moscow, Nauka Publ., 2010, 467 p. (In Russ.)
22. Deich A.M. Metody identifikatsii dinamicheskikh ob'ektov [Methods of Identification of Dynamic Objects]. Moscow, Energiya Publ., 1979, 240 p. (In Russ.)
23. Aranovich Z.I., Fremd V.M., Kharin D.A., Shebalin N.V., Shteinberg V.V. Predlozenie k programme organizatsii seismometricheskikh nablyudenii na grunte i na zdaniyah [Proposal for a Program for organizing Seismometric Observations on the Ground and on Buildings]. In: *Byulleten' po inzhenernoi seismologii* [Bulletin on Engineering Seismology], 1973, no. 8, pp. 63–66. (In Russ.)
24. Khachyan E.E., Melkumyan M.G. Metodika polucheniya dinamicheskoi zavisimosti «vosstanavlivayushchaya sila – peremeshchenie» [Methodology for Obtaining the Dynamic Relationship "Restoring Force – Displacement"]. In: *DAN Arm. SSR* [DAN Armenian SSR], 1982 Vol. 74, no. 2, pp. 72–77. (In Russ.)