

Формирование жилой среды г. Байкальска в структуре трансформирующегося города в сложных сейсмогеологических условиях

О.И. Саландаева^{1✉}, Л.П. Бержинская², Р.А. Усатый³

^{1,2,3}Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

^{1,2,3}Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

³ООО «Фама Про», г. Иркутск, Россия

Аннотация. Современные концепции стратегии планирования и развития г. Байкальска, а также формирования его архитектуры имеют многоуровневую структуру. Комплексы градообразующих и градоформирующих факторов определяют приоритеты функциональной трансформации города. Уникальные природные и климатические, географические и коммуникационные условия города, притягательность оз. Байкал определяют концептуальные направления архитектуры жилой среды. Исследование опыта освоения территории г. Байкальска в целом, а также существующего жилого кластера и влияния деятельности человека на природный комплекс, указывает на некоторые негативные последствия, избежать которые необходимо на этапе постиндустриального развития города. При этом стоит использовать опыт строительства и эксплуатации зданий с целью повышения качества архитектуры в сложных сейсмогеологических условиях. Данный опыт позволит определить не только основные направления планирования и формообразования застройки, но и определит пути установления баланса между биосферой и техносферой в контексте формирования оптимальной застройки и позволит найти архитектурные приемы, органично связанные с уникальным природным ландшафтом. Для оптимального формирования архитектурно-планировочной структуры жилой среды необходим прогрессивный подход к качеству архитектуры жилой застройки и обеспечению сейсмической устойчивости жилых зданий не только архитектурно-планировочными и конструктивно-строительными средствами, но и к соблюдению условий, позволяющих не провоцировать нарушение геосистемы и ухудшение сейсмогеологических условий.

Ключевые слова: жилые здания, жилая застройка, сейсмостойкость, архитектурное и архитектурно-конструктивное моделирование, биосфера, техносфера, прибрежные территории, сейсмогеологические условия территории

Для цитирования: Саландаева О.И., Бержинская Л.П., Усатый Р.А. Формирование жилой среды г. Байкальска в структуре трансформирующегося города в сложных сейсмогеологических условиях // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. Т. 13. № 1. С. 133–150. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-1-133-150>.

Original article

Formation of Baikalsk living environment in transforming city structure under severe seismic conditions

Olga I. Salandaeva^{1✉}, Lidiya P. Berzhinskaya², Roman A. Usatyy³,

^{1,2,3}Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

^{1,2,3}Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

³"Fama Pro" LLC, Irkutsk, Russia

Abstract. The Baikalsk city planning and development strategies are based on multilevel-structured concepts. Combined city-forming and city-serving factors underpin the priorities of functional transfor-

mation of the city. Unique natural, climatic, geographical and social conditions of the city, as well as the attractive character of Lake Baikal determine the conceptual trends in living environment architecture. Exploring the territory development of Baikalsk, the existing residential cluster and the impact of human activity on the ecosystem reveals some negative consequences, which must be avoided at the stage of post-industrial development of the city. In doing so, the specialists should refer to the experience of construction and operation of buildings in order to improve architecture quality under severe seismic conditions. This experience will identify the main directions of planning and shaping of buildings, the ways to establish balance between biosphere and technosphere in the context of optimal building development, and to determine architectural techniques that are perfectly blended with the unique natural landscape. The optimal formation of the architectural and planning structure of the living environment requires a progressive view on the quality of residential building architecture and on ensuring the seismic stability of residential buildings. Such an approach assumes not only architectural, planning and structural means, but also compliance with the terms that do not provoke disturbance of geosystem and worsening of seismic conditions.

Keywords: residential buildings, residential development, seismic resistance, architectural and architectural-constructive modeling, biosphere, technosphere, coastal areas, seismogeological conditions of the territory

For citation: Salandaeva O.I., Berzhinskaya L.P., Usatyy R.A. Formation of Baikalsk living environment in transforming city structure under severe seismic conditions. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2023;13(1):133-150. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-1-133-150>.

ВВЕДЕНИЕ

Тенденции преобразования и реконструкции городов средствами совершенствования их зонирования, планировочной, транспортной, пешеходной структур и архитектуры зданий продиктованы, как правило, социально-экономическим запросом вследствие изменения градообразующей производственной и/или функциональной структуры, экономических преобразований или послевоенных разрушений. Концепции формообразования реконструируемых городов в значительной степени дифференцируются в зависимости от масштаба городов и поставленных градоформирующих задач в каждой конкретной градостроительной ситуации. Мировой и отечественный опыт реконструкции городов широко представлен и перепрофилированием производственных территорий и объектов.

Сегодня существующая застройка г. Байкальска все еще отражает первоначальный замысел, ориентированный на деятельность Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК). Результаты этого опыта повлекли за собой значительные отрицательные геологические и экологические трансформации и, как следствие, поставили в составе задач дальнейшего развития города – задачи предупреждения нарушения идентичных элементов природной среды. В основе концепции преобразования г. Байкальска, безусловно, необходимо учесть уникальный природный статус места города: повышение

качества жилой среды средствами формирования оптимальной комфортной и безопасной архитектурной среды, интегрированной с природным комплексом, с учетом сложных сейсмогеологических условий и оптимизацией на основе предварительного многофакторного анализа территориальных, планировочных целевых функций и качества существующей застройки города и его окрестностей. Для выполнения данной задачи существует большая база данных научных исследований региона. Огромный потенциал будущих научных исследований уникального природного кластера может быть реализован при организации в городе научного-исследовательского комплекса, ориентированного, в том числе, и на изучение и регенерацию природных достояний ареала. Благоприятные географические, коммуникационные и природно-климатические условия – притягательность оз. Байкал, мягкий, безветренный климат, невероятно красивые природные ландшафты, белоснежные покровы в зимний период – являются более чем достаточными факторами для развития и совершенствования объектов оздоровления: лечебных комплексов и комплексов отдыха, туризма и спорта. Кроме учета влияния природных факторов на развитие городского плана в данных обстоятельствах новых приоритетов при формировании новой архитектурно-градостроительной структуры необходимы не только прогноз социально-экономического развития, но и благоприятный прогноз эффек-

тивного планирования и формообразования новой концептуальной архитектуры застройки. Вышеуказанные факторы функциональной трансформации видоизменяют и социальную структуру населения. Подобная градоформирующая структура оказывает значительное влияние на изменения направлений профессиональной деятельности населения, что в свою очередь диктует новые требования для формирования жилищного кластера в контексте его потребительского запроса.

МЕТОДЫ

Сейсмогеологические условия. Высокая сейсмичность Байкальской рифтовой зоны в целом, подтверждается как продолжением формирования Байкальского рифта, которое началось около 65–56 млн лет назад, так и отдельными сильными землетрясениями, интенсивность которых достигает 7–10 баллов по 12-балльной шкале MSK-64. По данным ряда наблюдений, скорость относительного смещения Забайкальского и Сибирского блоков составляет $3,4 \pm 0,7$ мм/год. На современном этапе развития Южно-Байкальская впадина характеризуется режимом растяжения со сдвигом и высоким сейсмическим потенциалом – здесь могут обладать не только главные граничные разломы, но и гораздо менее протяженные разрывы во внутренней части рифтовой впадины [1].

Высокая сейсмичность территории Прибайкалья – явление многокомпонентное, обусловлено сложными гидрогеологическими, механическими и физико-химическими процессами, происходящими в коре и литосфере Земли, и представляет собой результат жизнедеятельности сейсмогеодинамической системы.

Сведения о сложных механических и физико-химических перестройках в ходе тектонической активизации земной коры и литосферы приобретают особую значимость для анализа сейсмичности густонаселенных территорий с позиций системного подхода и позволяют проследить существующие тенденции процессов в сейсмогеодинамической системе.

В зоне южной впадины Байкала за год регистрируют как десятки, так и более тысячи сейсмических событий в год. Информация о крупных и катастрофических землетрясениях до конца XIX в. представлена только в описаниях. Преобладают сведения об эпицентрах наиболее значительных землетрясений в южной части оз. Байкал и во впадинах Тункинской системы. О высоком сейсмическом потенциале Южно-Байкальских землетрясений свидетельствуют:

– Великое Восточно-Сибирское землетрясе-

ние (1 февраля 1725 г.) с ориентировочными магнитудой 8,2 и интенсивностью в эпицентре – 11 баллов (по сведениям из дневника Д. Мессершмидта, путешествовавшего в 1720-х гг. по Сибири);

– землетрясение 27.06.1742 г., магнитуда которого предположительно оценивается в 7,7, а интенсивность в эпицентре превышала, по-видимому, $I_0 = 10$ баллов [2];

– к Южному Байкалу относятся сильные землетрясения 24.10.1769 г. ($M \sim 7,3$), 08.08.1771 г. ($M \sim 6,0$) и 01.03.1779 г. ($M \sim 6,6$) [2, 3].

– крупные землетрясения 2 сентября, 1814 г., 8 марта 1829 г. характерны множественными толчками на протяжении долгого времени;

– землетрясение 24 февраля и мощное землетрясение 8 марта 1829 г. с вероятным эпицентром в районе южного Прибайкалья (ощущалось в городах Иркутске и Кяхте около 8 баллов) охватило территорию порядка 1 млн км². Данное землетрясение началось 24 февраля, а с 8 по 19 марта ощущалось ежедневно по 3–4 раза в сутки и несколько реже – до 3 апреля; сила этого землетрясения не могла быть ниже 10 баллов.

Землетрясение, исключительное по своей силе и катастрофическим последствиям, произошло 11–12.01.1862 г. в дельте р. Селенги. Эпицентр его лежал в зоне разломов, ограничивающих оз. Байкал с юго-востока и проходящих в непосредственной близости от строительной площадки г. Байкальска. Землетрясение началось легким сотрясением 10.01.1862 г. Примерно через сутки произошел первый сильный удар, который даже в г. Иркутске вызвал значительные разрушения (7 баллов). После этого толчка в г. Иркутске (170–180 км от эпицентра) в течение суток было зарегистрировано 8 землетрясений. Главный удар землетрясений произошел в 14 ч. 18 мин. 12.01.1862 г. В г. Иркутске и в п.г.т. Селенгинске сила землетрясения достигала 8 баллов. В г. Иркутске главная фаза землетрясения продолжалась 1,5 мин., а непрерывное колебание земли ощущалось 32 мин. (с церковью падали купола, растрескивались все каменные здания, лопались земля и лед на реках; наблюдалось психическое воздействие землетрясения на людей – многие падали в обморок, среди женщин были случаи потери рассудка), хотя человеческих жертв, в силу особенностей существовавших тогда построек, почти не было (погибло три человека на берегу оз. Байкал во время ледолома и движения льда на берег, вызванного землетрясением).

По некоторым оценкам минимальная сила

Цаганского землетрясения – 10 баллов. А.В. Вознесенский, заставший живых свидетелей землетрясения и многочисленные рукописные документы по землетрясению в Восточно-Сибирском отделении географического общества, оценивал силу землетрясения до 11 баллов.

В районе побережья Цаганской степи (ныне залив Провал) при землетрясении произошли значительные деформации земной коры – образовались два сброса, длиной око-

ло 20 км каждый, и опущение по ним тектонического блока площадью около 230 кв. км до 7–8 м. (и ниже уровня оз. Байкал).

Постепенно ослабевая, повторные толчки продолжались 16 мес., особенно часто и сильно в январе и феврале 1862 г.

Сейсмическая активность подтверждается и систематическими землетрясениями в наши дни.

Крупнейшие землетрясения Прибайкалья 1885–2020 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1. Крупнейшие землетрясения Прибайкалья 1885–2020 гг.¹

Table 1. Largest earthquakes in the Baikal region 1885–2020

Название, дата	Координаты эпицентра	Магнитуда	Интенсивность в эпицентре, баллы
Великое Восточно-Сибирское землетрясение, 1 февраля 1725 г.	56,5 с. ш., 118,5 в. д. (ориентировочно)	8,2	11
Большое Южно-Байкальское Землетрясение, 27 июня 1742 г.	в районе Южного Байкала	7,7	10 (ориентировочно)
2 сентября 1814 г.	51,8 с. ш., 102,4 в. д. (ориентировочно)	6,4 (ориентировочно)	9 (ориентировочно)
8 марта 1829 г.	Западный фланг Тункинской системы впадин	7,0 (ориентировочно)	9 (ориентировочно)
Цаганское землетрясение, 12 января 1862 г.	52,3 с. ш., 106,7 в. д.	7,5	10
12 января 1885 г.	52,5 с. ш., 106,5 в. д.	6,7 (ориентировочно)	8–9 (ориентировочно)
12 апреля 1902 г.	51,6 с. ш., 104,5 в. д.	6,6 (ориентировочно)	8–9 (ориентировочно)
Байкальское землетрясение, 26 ноября 1903 г.	52,7 с. ш., 107,6 в. д.	6,7	8–9
Таннуольское, 9 июля 1905 г.	49,5 с. ш., 97,3 в. д.	7,6	10–11
Таннуольское, 23 июля 1905 г.	49,3 с. ш., 96,2 в. д.	8,3	11–12
Мондинское, 5 апреля 1950 г.	51,77 с. ш., 101,00 в. д.	7,0	9
Муйское, 27 июня 1957 г.	56,2 с. ш., 116,4 в. д.	7,6	10
Гоби-Алтайское, 4 декабря 1957 г.	45,1 с. ш., 99,4 в. д.	8,1	11
Среднебайкальское, 29 августа, 1959 г.	52,68 с. ш., 106,98 в. д.	6,8	9
Могодское, 5 января 1967 г.	48,1 с. ш., 102,9 в. д.	7,8	10
Култукское, 27 августа 2008 г.	51.61 с. ш., 104.07 в. д.	6,1	7–8

Предварительная оценка потенциальной сейсмической опасности территории будущих БЦБК и г. Байкальска проводилась в 1961–1962 гг. Восточно-Сибирским геологическим институтом СО АН СССР [4–18].

Выбор строительной площадки БЦБК был произведен без учета: крайне высокой сейсмической опасности территории (на краю сброса Черского и тектонически-активной Уту-

лиской депрессии); специфики микроклимата; геологического строения подводного склона оз. Байкал; направлений движения наносов; течений водных масс в озере; способов и направлений отвода потенциальных сточных вод, в том числе за водораздел озера; опасности от возможных паводковых селевых потоков.

Площадка выбрана на предгорной равнине

¹Ощутимые землетрясения Прибайкалья за период 1900–1949 гг. по макросейсмическим данным // Единая геофизическая служба Российской академии наук [Электронный ресурс]. URL: http://seis-bykl.ru/modules.php?name=Seismo_vz (01.10.2022).

шириной до 3 км и длиной около 15 км, с небольшим уклоном, с достаточно хорошими грунтами, расположенной между реками Утулик и Осиновка, ограниченная с южной стороны подножием хр. Хамар-Дабан, а с северной – оз. Байкал.

Речные и в большей мере озерные террасы и конусы выносов р. Утулик, Солзан и др. составили геоморфологический комплекс равнины.

В процессе работы была произведена оценка геологических факторов, влияющих на силу, землетрясений на территории БЦБК,

с предупреждением о возможных деформациях территории БЦБК – вплоть до ее опускания под уровень оз. Байкал при сильных землетрясениях.

Сейсмическая опасность территории БЦБК и г. Байкальска в целом и сейсмическое микрорайонирование были определены на основании инженерно-геологических исследований территории БЦБК и разделены на 6 сейсмических микрорайонов (рис. 1).

Расположен г. Байкальск на южном берегу оз. Байкал, в устье рек Солзан и Харлахта (рис. 2).

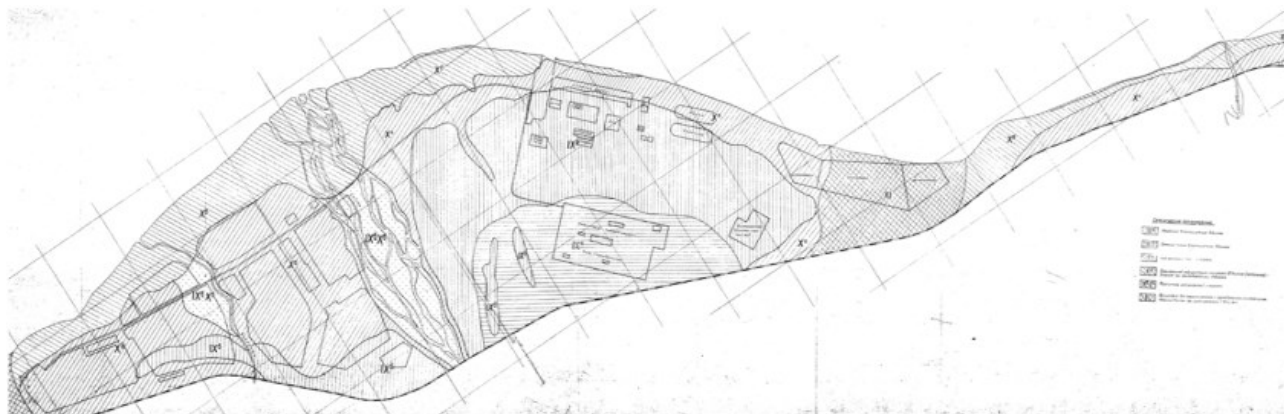


Рис. 1. Схема сейсмического районирования территории Байкальского целлюлозно-бумажного комбината и г. Байкальска, сост. В.П. Солоненко

Fig. 1. Scheme of seismic zoning of the territory of the BPPM and the city of Baikal'sk, compiled by V.P. Solonenko

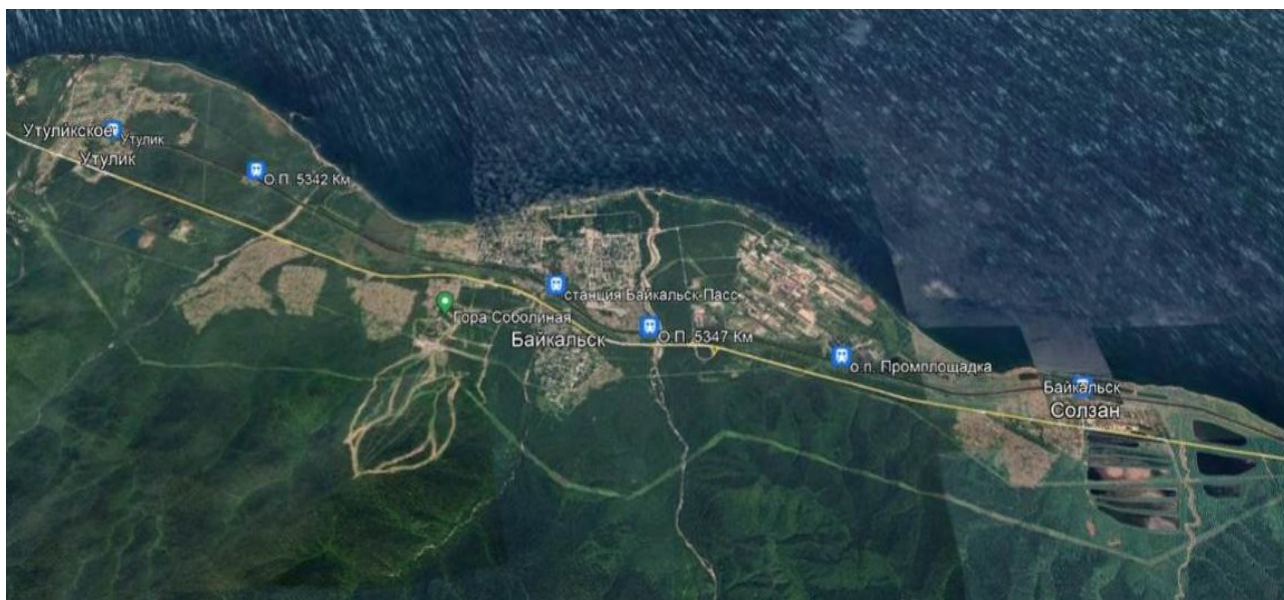


Рис. 2. Вид из космоса на г. Байкальск и его окрестности, 2022 г.²

Fig. 2. View from space on the city of Baikal'sk and its environs, Google Earth, 2022²

²Google Earth Pro // SoftPortal [Электронный ресурс]. URL: <https://www.softportal.com/software-38433-google-earth.html> (06.09.2022).

Оценка степени сейсмической опасности трех уровней (А, В, С) при средних грунтовых условиях, характерных для соответствующих регионов дана в комплекте карт ОСР-2015, СП 14.13330.2018 (Актуализированная редакция СНиП II-7-81*) «Строительство в сейсмических районах». Согласно картам Общего сейсмического районирования (ОСР-2015) сейсмическая опасность территории г. Байкальска оценивается как 9, 9, 10 баллов³.

В 1991 г. в ВостСибТИСИЗ для целей сейсмического районирования была выполнена

карта «Инженерно-геологического районирования территории перспективной застройки г. Байкальска» с определением индекса района категории грунтового комплекса по сейсмическим свойствам и индексов подрайонов; и карты сейсмического микрорайонирования (СМР) территории г. Байкальска. Типы частотных характеристик территории и их параметры приведены в табл. 2. Сейсмическая опасность определена в баллах, в том числе с указанием индекса (типа) частотных характеристик и их параметров (рис. 3).

Таблица 2. Типы частотных характеристик территории и их параметры

Table 2. Types of frequency characteristics of the territory and their parameters

Тип частотной характеристики	Периоды максимума частотных характеристик, с.	Амплитуды максимальной частотной характеристики, усл. ед.
1	0,12	5,0
2	0,3	4,8
3	0,22 0,18	6,3 7,0

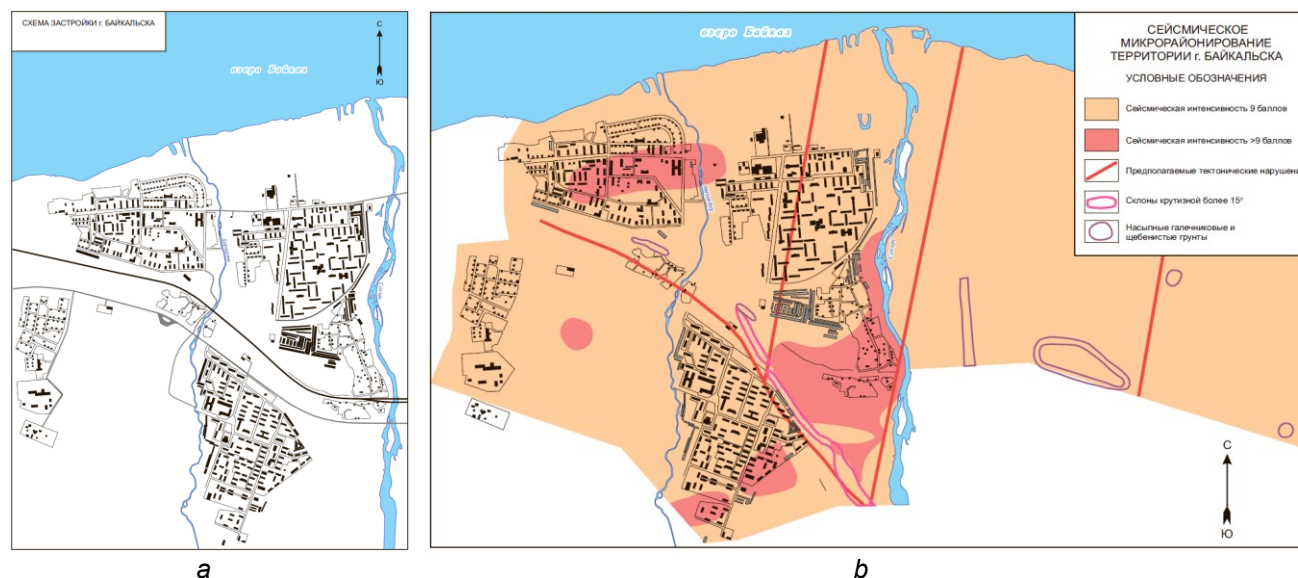


Рис. 3. Город Байкальск: а – схема застройки; б – карта сейсмического микрорайонирования территории, 1991 г.

Fig. 3. City of Baikalsk: а – building scheme; б – map of seismic microzoning of the territory, 1991

³Отчет ИЗК СО РАН о научно-исследовательской работе по теме «Разработка методики проведения обследования зданий типовой застройки с целью определения их сейсмостойкости и целесообразности сейсмоусиления». Иркутск, 2013. 124 с.;

Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений. М.: МЧС России, 2003. 85 с.;
Проблемы комплексной реконструкции аварийного жилого фонда // Жилищное строительство. 1992 г. № 4.;
СП 14.13330.2014. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. М.: Минстрой России, 2018.;
СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах (с Изменениями и дополнениями) СП 14.13330.2010;
СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*;
СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* (с Изменением N 1) // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-03-22/8d06e4315ca36fbeb2dd493a7ec92c3b.pdf> (30.08.2022).

ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Стандартинформ, 2010. 90 с.

Основан г. Байкальск в 1961 г., как рабочий поселок в связи со строительством БЦБК и уже в 1966 г преобразован в город. Занимает положение в системе расселения как Байкальское муниципальное образование Слюдянского р-на Иркутской области. Город расположен на федеральной автодороге Р 258 «Байкал» и Транссибирской железнодорожной магистрали.

В процессе развития города в комплексе градообразующих факторов, а именно градообразующего предприятия, происходили изменения, начиная с самого первого этапа. Изначально БЦБК планировался для производства целлюлозного шинного корда для военного авиастроения, но уже к окончанию строительства необходимость в его производстве отпала, так как в авиастроении начали использовать металлический корд.

На стадии ввода (осенью 1966 г.) комбинат был переориентирован на производство целлюлозы (особо рентабельная – белёная целлюлоза для оборонной промышленности), бумаги и картона.

С первого года своей деятельности комбинат наносил экологический ущерб окружающей среде. В новых экономических условиях перестройки комбинат претерпел банкротство, а в 2013 г. прекратил свою работу. За годы работы комбината в 14 бассейнах-шламонакопителях скопилось и хранится более 6,2 млн м³ отходов IV класса опасности: шлам-лигнин, зола, древесная кора, промышленные и бытовые отходы, щёлочесодержащая жидкость. Десятки млн т отходов ежегодно сбрасывались в оз. Байкал. Экологическую опасность от последствий деятельности БЦБК несут хранящиеся отходы на промплощадке комбината, разрушающиеся корпуса комбината и пр.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Комплексная оценка территории г. Байкальска отображает результаты анализа комплексного развития территории (размещения селитебных, промышленных и рекреационных объектов). Градоформирующие факторы развития городского плана г. Байкальска – город одного предприятия, развивающийся в уникальных и ярко выраженных природно-климатических и ландшафтных условиях побережья оз. Байкал, и, как следствие, на планировочную структуру города значительное влияние оказали гидрография и рельеф местности. В планировочной структуре города отчетливо просматриваются градостроительные принципиальные подходы в природном контексте – «Подчинение» и «Игнорирование». Структура г. Байкальска изначально разделе-

на Транссибирской магистралью (и автомобильной трассой М55) на прибрежную и подгорную части, в каждой из которых расположено по два микрорайона: в прибрежной части микрорайоны «Гагарина» и «Строителей» (его часто называют «Поселок»); в подгорной части – «Южный» и «Красный Ключ». Площадь города составляет 52 км² с численностью населения 13 199 чел. (2021 г.). В настоящее время ключевой градоформирующий фактор – БЦБК – утрачен, и сложились условия для кардинальной смены градоформирующей концепции, и как следствие, трансформации жилой среды.

Жилая застройка г. Байкальска формируется с 1961 г. со строительства 1-этажных деревянных общежитий из бруса на территории «Поселка». В микрорайоне «Строитель» жилая застройка представлена преимущественно 1–2-этажными деревянными жилыми зданиями со стенами из бруса, и в меньшей мере – 1–3-этажными кирпичными зданиями и 1-этажными крупнопанельными домами. В микрорайоне «Гагарина» жилая массовая застройка представлена преимущественно типовыми крупнопанельными жилыми зданиями серий: 1-335КС, И-163.04 (вариант ИГП), И-163.02 высотой 2, 3 и 5 этажей; жилыми зданиями с кирпичными несущими стенами высотой 2 и 3 этажа; 2-этажными деревянными жилыми зданиями со стенами из бруса. Микрорайон «Южный» территориально разделен на четыре квартала. Застройку I-го и III-го кварталов составляют 2-этажные деревянные дома со стенами из бруса; жилой фонд II и IV-го кварталов состоит из 3-этажных панельных и 2-этажных деревянных жилых домов со стенами из бруса, причем крупнопанельные 3-этажные дома встречаются редко – 3 и 4 шт. в каждом квартале соответственно. Практически вся застройка микрорайона «Красный Ключ» представлена одноэтажными деревянными жилыми зданиями, за исключением зданий гостиниц и медсанчасти. Кроме того, в городе имеются кирпичные и каркасно-панельные здания социального назначения, высотой до 3-х этажей. Структура жилищного фонда г. Байкальска: кирпичные здания 7,9%; КЖД 47,7%; деревянные здания 43,5%; шлакоблочные здания 0,3%; прочие здания 0,6%. Основные типовые серии в застройке города представлены в табл. 3. Опыт внедрения крупнопанельных жилых домов на площадках с сейсмичностью 9 баллов в г. Байкальске прослежен на примере внедрения жилых домов из изделий серии И-163.04 (типичные жилые здания для городского строительства второй половины XX в).

Таблица 3. Типы жилых домов массового применения, г. Байкальск
Table 3. Typical residential buildings, Baikalsk

Наименование	Общий вид, детали
Жилые 5-этажные крупнопанельные дома в конструкциях серии И-163.02, разработанной в 9-этажном варианте, но в г. Байкальске при расчетной сейсмичности 9 баллов, примененной в 5-этажном варианте: <i>a</i> – общий вид в застройке; <i>b</i> – общий вид с Юго-Востока; <i>c</i> – западный фасад; <i>d</i> – фрагмент фасада с повреждениями (отслоение в следствие проседания); <i>e</i> – фрагмент фасада с повреждениями (смятие, вследствие неравномерного проседания); <i>f</i> – фрагмент цоколя с повреждениями (отслаивание); <i>g, h, i</i> – фрагменты фасадов с повреждениями (вертикальные трещины)	  <i>a</i> <i>b</i>    <i>c</i> <i>d</i> <i>e</i>     <i>f</i> <i>g</i> <i>h</i> <i>i</i>
Жилые 3-этажные крупнопанельные дома в конструкциях серии И-163.04 (вариант Института Иркутскгражданпроекта): <i>a, b, c</i> – общий вид в застройке; <i>d</i> – фрагмент главного и торцевого фасада; <i>i</i> – фрагмент цоколя, с повреждениями (нарушение отмостки); <i>f</i> – фрагмент входа с повреждениями (косые трещины); <i>g</i> – элемент конструкции крыши, вид со стороны главного фасада); <i>h</i> – элемент конструкции крыши, вид со стороны торцевого фасада)	 <i>a</i>  <i>b</i>

Продолжение табл. 3

Наименование	Общий вид, детали
	      c d e f g h
Жилые 3-этажные крупнопанельные дома серии 1-335с (вариант института «Оргстройпроект»): <i>a</i> – продольный фасад 1 (со стороны входа) и торцевой фасад; <i>b</i> – продольный фасад 2 (без входов) и торцевой фасад	  a b
Жилые дома с несущими стенами из кирпича: <i>a</i> – 3-этажный; <i>б</i> – 4-х этажный	  a b

Продолжение табл. 3

Наименование	Общий вид, детали
Жилые 2-этажные многоквартирные деревянные дома со стенами из бруса: <i>a, b, c</i> – общий вид застройки; <i>d</i> – южный фасад здания (со стороны входов); <i>e</i> – восточный фасад здания (торец со входом в подвал); <i>f</i> – фрагмент цоколя (разрушение обшивки); <i>g</i> – фрагмент здания с демонтированной обшивкой; <i>h</i> – фрагмент здания в процессе установки новой обшивки; <i>i</i> – общий вид здания с обновленной обшивкой; <i>j</i> – фрагмент здания – вход в подвал	         
Жилой 2-этажный крупнопанельный дом галерейного типа: <i>a</i> – общий вид здания; <i>b</i> – фрагмент железобетонной панели с оконным проемом, повреждение (горизонтальные трещины по толщине панели); <i>c</i> – фрагмент цоколя, повреждение (нарушение примыкания к отмостке); <i>d</i> – фрагменты торцевой железобетонной панели и железобетонной панели с оконным проемом, повреждение, (вертикальные трещины в месте стыка панелей); <i>e</i> – фрагмент лестницы и галереи	    

Окончание табл. 3

Наименование	Общий вид, детали
Жилые 1-этажные бревенчатые частные здания (типичная застройка): а – общий вид в застройке; б – фрагмент фасада с полисадником; с – фасад блокированного дома усадебного типа; д – фрагмент цоколя здания (повреждения нижних венцов)	   

Типовые проекты 5-этажных жилых домов серии И-163.04 для 8-балльного варианта, разработаны ЛенЗНИИЭП и утверждены ГОССТРОЕМ СССР, датированы 1973 г. Индивидуальные проекты 3-этажных блок-секций на 9-балльных площадках повторного применения выполнены институтом Иркутскгражданпроект в 1977 г. на базе серии И-163.04 в соответствии с действовавшими нормами и правилами и согласованы местными контролирующими органами. Сибирский филиал ОргстройНИИпроект дополнил эти проекты вариантом посадки 3-этажных блок-секций на крутом рельефе за счет введения цокольного этажа, получив 4-этажный вариант блок-секций.

Конструктивная схема смешанная, воспринимает горизонтальные и вертикальные нагрузки. Каркас предназначен для восприятия только вертикальных нагрузок и состоит из железобетонных колонн сечением 300х400 мм, расположенных по средней оси здания, и пристенных колонн сечением 200х400 мм. В поперечном направлении на колонны укладываются прогоны прямоугольного сечения 200х350 мм. Горизонтальные сейсмические нагрузки в поперечном направлении воспринимаются торцевыми наружными стенами из газозолобетона и стеновыми элементами из тяжелого бетона – вентиляционными панелями, межсекционными стенами и плоскими стеновыми панелями. В продольном направлении – наружными стенами из газозолобетона и перегородками жесткости из тяжелого бетона толщиной 160 мм (по внутренней продольной оси).

Все наружные стены являются самонесущими, однако за счет связи с плоскими железобетонными плитами перекрытий с помощью сварки закладных деталей они также участвуют в восприятии горизонтальных сейсмических нагрузок.

Однако в месте установки стеновых элементов – вентиляционных панелей и межсекционных стен – колонны и ригели отсутствуют и вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются указанными стеновыми конструкциями, что приводит к нечеткому характеру передачи этих нагрузок из-за смешанной схемы жилого дома. Перекрытия выполняются из сплошных плоских железобетонных плит толщиной 100 мм размером на комнату. Плиты перекрытия опираются на прогоны и вентиляционные блоки и межсекционные стены. Соединение конструктивных элементов стен, перекрытий и других железобетонных изделий осуществляется с помощью сварки закладных деталей с последующей заделкой узлов и швов раствором марки М100. Толщина наружных стеновых панелей из газозолобетона на неавтоклавного твердения – 400 мм, класс по прочности – В 3.5 (марка М50) при объемной массе 850 кг/м³. В проекте вентиляционные панели с круглыми пустотами толщиной 280 мм должны иметь класс по прочности тяжелого бетона В 7.5 (марка М100), однако по технологическим причинам фактический класс по прочности составляет В 15 (марка М200). Класс по прочности остальных железобетонных элементов конструкций не менее В 15 (марка М200). Межсекционные стены выполнены из железобетона толщиной 160 мм.

Основные проблемы, связанные с конструктивными решениями и строительством зданий этой серии следующие: поперечные стены лестничной клетки не имеют продолжения и не являются сквозными, несоответствие класса бетона наружных торцевых стен, недостаточный контроль качества сварки закладных деталей, проектного размера опирания плит перекрытий и качества заделки вертикальных и горизонтальных швов.

Здания строятся на расстоянии друг от друга 5 и более метров; на площадках равнинных и малым уклоном рельефа – приблизительно 90%, на площадках с активным рельефом – приблизительно 1,5–10%.

Основные объемно-планировочные характеристики: прямоугольные блок-секции, 3 этажа; рядовая секция включает 12 квартир (4 квартиры на этаже); одна лестничная клетка с одним главным входом в каждой блок-секции; проемность окон и дверей 21–26% и 8–12% соответственно.

В процессе эксплуатации при перепланировке обычно пробивают в наружных и внутренних стенах проемы для устройства дверей, монтируют и демонтируют перегородки.

Экспериментальные исследования по оценке сейсмостойкости здания были проведены на опытном образце со следующими характеристиками: полномасштабный натуральный фрагмент торцевой блок-секции серии И-163.04; размер фрагмента в плане – 11,6×15,4 м; этажность – 3; высота типового этажа – 2,7; масса фрагмента – 600 т; тип здания по шкале ММСК – 92 – С7; тип фунда-

мента – ленточный; вид натурных испытаний – вибрационные; тип вибромашины – В-3 (рис. 4).

Основные результаты натурных испытаний: резонансная частота начальная, Гц – 4,08; резонансная частота конечная, Гц – 1,96; максимальные ускорения на покрытии, в долях g – 0,38; отношение $S_{акс}/S_{пасч}$ – 2,1. Периоды собственных колебаний зданий при микросейсмах:

$$T_{\text{поп.}} = 0,14 \text{ с}; T_{\text{прод.}} = 0,157 \text{ с}.$$

На основании выполненных вибрационных испытаний выявлено:

- 1) нечеткое и случайное участие наружных самонесущих стен в восприятии сейсмических нагрузок в продольном направлении;
- 2) высокая податливость и малая несущая способность продольных наружных стен;
- 3) повреждения или разрушения стыковых соединений и нарушение анкеровки закладных деталей при соединении газозолобетонных стен между собой;
- 4) повреждение стыковых соединений между панелями наружных стен и плитами перекрытий;
- 5) разрушение перемычек в панелях лестничной клетки по внутренней продольной оси здания;
- 6) тяжелые повреждения или обрушения межкомнатных перегородок на 4-м и 5-м этажах и значительные повреждения и смещения на 1–3 этажах, причина которых – неудачное конструктивное решение крепления перегородок с помощью арматурных выпусков из ригеля.



a



b

Рис. 4. Крупнопанельные жилые дома в конструкциях серии И-163.04:

a – северный фасад 3-этажного жилого дома, г. Байкальск; *b* – общий вид опытного 3-этажного фрагмента серии И-163.04 в момент вибрационных испытаний, г. Ангарск

Fig. 4. Large-panel residential buildings in the designs of the I-163.04 series:

a – Northern facade of a 3-storey residential building, Baikalsk; *b* – general view of the experimental 3-storey fragment of the I-163.04 series at the time of vibration testing, Angarsk

На основании полученных результатов экспериментальных исследований были выработаны общие рекомендации по применению и усовершенствованию технических решений:

1) для обеспечения безопасности людей, проживающих в жилых домах этой серии на площадках с сейсмичностью 8 баллов, необходимо переработать узлы крепления перегородок к примыкающим несущим конструкциям здания, исключив возможность их обрушения при землетрясениях;

2) необходимо разработать конструктивные мероприятия, обеспечивающие надежную анкеровку закладных деталей в теле газобетонных панелей (в варианте с 3-слойными панелями наружных стен анкеровка закладных деталей обеспечена);

3) внутренняя продольная стена должна быть сквозной на всю длину здания за счет установки панелей жесткости;

4) устройство сборных фундаментов недопустимо;

5) лоджии в здании должны быть исключены, взамен предусмотреть устройство балконов с выносом не более 0,9 м.

На основе исследований зданий г. Байкальска лабораторией сейсмостойкого строительства СО РАН выполнены расчеты сейсмического риска с учетом основных типологических признаков жилой застройки, характеризующих степень сейсмической устойчивости жилых зданий для сценариев землетрясений с интенсивностью 7, 8 и 9 баллов согласно шкале сейсмической интенсивности MMSK-86 (MSK-64) [4]:

- периоды строительства (сопоставление требований сейсмостойкого строительства, действующих на период строительства здания и действующих ныне требований);

- конструктивные системы (жесткость здания и целостность конструктивных элементов при сейсмическом воздействии и т.п.);

- строительные материалы;

- технологии возведения;

- физический и сейсмический износ, т.е. свойства жилой застройки, жилых зданий терять свои качественные или количественные эксплуатационные показатели, прежде всего надежность и безопасность вследствие износа и/или сейсмического воздействия и др.

К факторам конструктивной уязвимости исследуемых зданий, кроме перечисленных выше, относятся свойства объемно-планировочных решений – предпочтительны здания с регулярными симметричными планировочными решениями и с конструктивными элементами, обеспечивающими совмещение центра тяжести и центра жесткости. Исследуемые здания преимущественно имеют регу-

лярные планировочные решения. Факторы планировочной уязвимости застройки – гидрогеологические условия (см. выше); рельеф местности и ландшафтные условия – благоприятны; мощная развитая корневая система деревьев, кустарников и травяных покровов; отсутствие эрозии почвы и др.; застройка расчлененная и малоэтажная. Произведена оценка средневзвешенной уязвимости (средней степени повреждений) застройки г. Байкальска и относительного экономического ущерба застройки г. Байкальска. Анализ прогностической средневзвешенной уязвимости застройки г. Байкальска при землетрясениях 7, 8 и 9 баллов (рис. 5).

Огромный опыт послевоенной перестройки городов был широко распространен в Европе. Во время второй мировой войны многие здания в европейских городах, как зарубежных, так и российских были разрушены бомбардировками, так как удары гитлеровской авиации были сосредоточены в густонаселенных районах и центрах. Была проведена масштабная работа по восстановлению городов. В связи с огромными разрушениями и изменениями в функциональных потребностях в значительной части городов проводилась реконструкция. Возможности трансформации городов были направлены преимущественно на переустройство и совершенствование планировочных структур городов. Траектория концепций проектов реконструкции основывалась на масштаб и уровень поставленных задач конкретных городов. С одной стороны, восстанавливались ценные архитектурные объекты и комплексы и трансформировались транспортные сети городов – основные и второстепенные общегородские магистрали – с другой. Формировались новые жилые районы. Жилые микрорайоны проектировались с большим диапазоном численности населения и разной плотности (чел/га). Сеть транспортных магистралей формировала границы жилых районов, а сеть внутренних улиц обеспечивала доступ в структуре жилой застройки. Повышалась этажность жилых зданий. Опыт трансформации постиндустриальных городов также получил широкую мировую и отечественную практику. Жилая застройка – формообразующая часть архитектурной среды г. Байкальска, в современном прочтении отражает структуру расселения населения во взаимодействии с природной средой и социальными связями.

Основные цели стратегического мастер-плана развития г. Байкальска:

- 1) повышение качества жизни населения;

- 2) экономический рост города и региона;

- 3) ликвидация накопленного вреда окружающей среде и предотвращение загрязнения оз. Байкал.

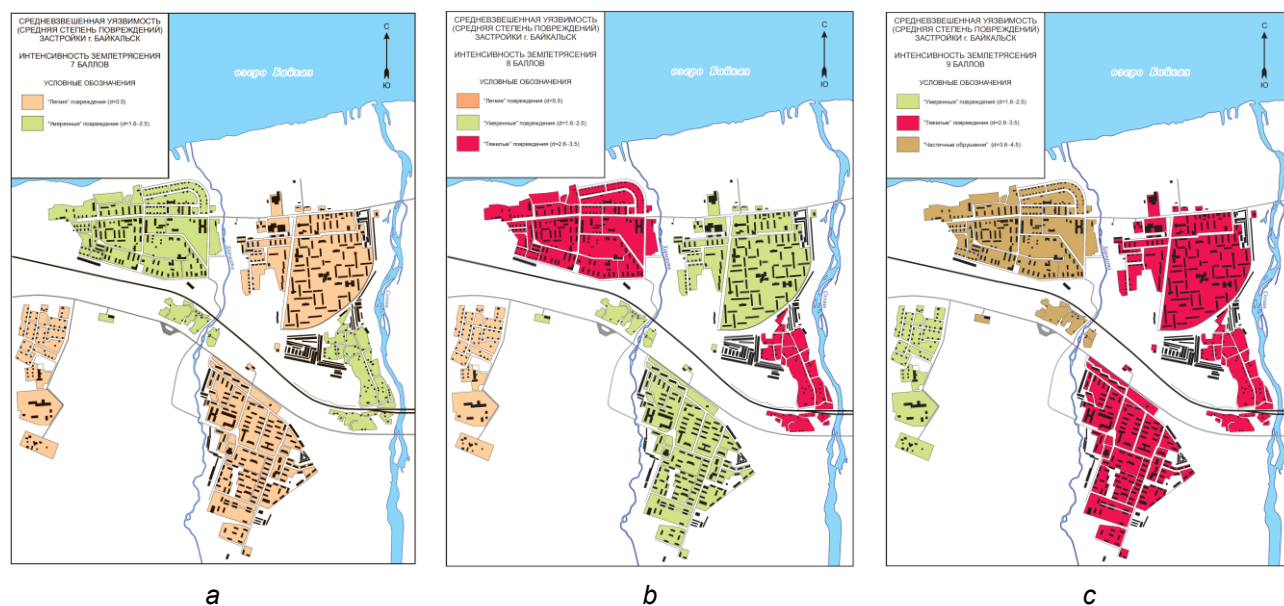


Рис. 5. г. Байкальск. Анализ прогностической средневзвешенной уязвимости застройки г. Байкальска при землетрясениях, баллов: а – 7; б – 8; с – 9

Fig. 5. Baikal'sk. Analysis of the prognostic weighted average vulnerability of the development of the city of Baikal'sk during earthquakes, points: а – 7; б – 8; с – 9

Задачи Стратегического мастер-плана:

- 1) улучшение качества жизни горожан за счет обновления городской застройки и развития социальной инфраструктуры;
- 2) повышение качества городской среды путем создания общественных пространств и включения природных объектов в городской ландшафт;
- 3) модернизация транспортной сети с акцентом на развитие велопешеходных маршрутов;
- 4) модернизация и реконструкция инженерных сетей и систем;
- 5) внедрение цифровых технологий во все сферы жизни города;
- 6) развитие сферы туризма с учетом максимально допустимой антропогенной нагрузки;
- 7) формирование экосистемы экологически чистого производства агропромышленной продукции;
- 8) ликвидация накопленного вреда окружающей среде в результате деятельности БЦБК, рекультивация промышленной площадки и комплексное развитие территории»⁴.

В условиях постиндустриальной трансформации г. Байкальска со сменой градоформирующей функциональной направленности и глобальных изменений уровня технологий формирование новой модели жилой среды в

мировой практике (в контексте формирования нового типа жилья, удовлетворяющего основные потребности человека в контексте взаимодействия человека со средой) происходит в тесной связи с природным комплексом.

Архитектура современного жилья с компонентом цифровых технологий, управляющими функциями жилья («умный дом» в новом прочтении – экологичный, энергосберегающий, функциональный и информационный) и взаимодействия с социальной и коммуникативными инфраструктурами призвана обеспечить персонализированный подход в соответствии с родом деятельности человека, его потребностей и экономических возможностей.

При формировании структуры жилой среды необходимо учитывать основные потенциальные направления деятельности населения города – научное, оздоровительное, туристическое и спортивное.

Гармонизация и оптимизация соотношения видов деятельности населения позволит решить задачи культурного, социального, психологического и физиологического комфорта для населения в целом.

Эстетическая и художественная составляющие организации пространства жилой среды, поддерживающие образ места в соответствии с социальной структурой и субъективными способностями восприятия простран-

⁴Стратегический Мастер-План комплексного развития г. Байкальска до 2040 г. 4-я ред. (октябрь 2021 г.) // Ян-декс. 360 [Электронный ресурс]. URL: <https://disk.yandex.ru/i/CL54gnbISv1IZg> (25.10.2022).

ственного цветосветового контента окружения, создаются с обязательным обеспечением физиологических потребностей посредством обеспечения оптимальной функциональной организации, обеспечении коммуникаций разного уровня и качества: социальные (деятельность, обслуживание, общение), транспортные, пешеходные и пр.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные концептуальные направления реорганизации жилой среды г. Байкальска вырабатываются в процессе трансформации градообразующей функциональной структуры.

Основными источниками, нарушающими баланс между биосферой и техносферой, как правило, являются промышленные предприятия и транспортные коммуникации. В Байкальске значительные нарушения геосистемы были получены при строительстве линейных инженерных и транспортных инфраструктур, а также при строительстве и эксплуатации крупных промышленных площадок, зданий и сооружений БЦБК, при этом нанесен значительный экологический ущерб. Планировочные и стилистические приемы модернизации планировки города следует увязывать с уже сформировавшимися линейными инженерными и транспортными структурами во избежание новых нарушений существующей ныне геосистемы. Актуальность сложных задач сохранения геосистемы аргументирована требованиями, предупреждающими ухудшение сейсмогеологических и геотектонических условий, которые могут ещё в большей мере усугубить повышенную сейсмическую активность региона последних лет. В значительной мере ограничение дополнительных антропогенных нагрузок можно достичь посредством развития застройки в существующих границах уже освоенных территорий города, обеспечив сохранность уникального природного комплекса побережья и оз. Байкал.

В том числе устранение и предупреждение негативных проявлений (размыва, оползневых процессов, наледей и пр.) непосредственно на береговой полосе оз. Байкал средствами архитектурного и вертикального планирования и организации территорий, а также инженерной защиты территорий.

Повысит привлекательность города рекультивация и сохранение уникального природного комплекса.

Повышение качества архитектуры с учетом опыта, приобретенного при строительстве зданий в Байкальске в части их конструирования и эксплуатационных свойств, в специфиче-

ческих сейсмогеологических условиях позволит предотвратить уже на стадии проектирования нежелательные проявления зданий (ощутимые колебания, деформации, повреждения, разрушения) при землетрясениях и улучшить их эксплуатационные качества.

Мероприятия при формировании оптимальной модели жилой застройки в структуре трансформирующегося города, в условиях, способных понизить сейсмический риск, вырабатывается средствами способов геометрического заполнения пространства с преобладающими свойствами:

а) понижение этажности зданий в зависимости от соответствия объемно-планировочной и структуры и конструктивной модели;

б) понижение плотности населения ниже нормативной на 15–20%;

в) понижение плотности застройки – высвобождение свободных пространств, в том числе обеспечивающих соблюдение «желтых» линий;

г) регулирование массы застройки (зданий) в соответствии со свойствами существующего гидрогеологического комплекса с целью предотвращения негативных геологических процессов;

д) разработка компоновочных структур элементов застройки с учетом ландшафта, в том числе в зависимости от рельефа для обеспечения сейсмоустойчивости и сейсмической безопасности.

Вариативность архитектурно-планировочных типов жилых зданий (объемных композиций, фасадов, квартир и прочих) в высокой степени следует гармонизировать с природными особенностями территории и учитывать потребности населения, ориентированного на новые функциональные виды деятельности населения; новые строительные и цифровые технологии, способные расширить возможности формообразования средствами вариативности конструктивных типов жилых зданий, обеспечивающих требуемую сейсмостойкость зданий на протяжении всего эксплуатационного срока.

Следует также использовать традиционные и новые инструменты (планировочные – устройство оптимальных путей эвакуации, гашение сейсмических колебаний зданий и пр.) при разработке архитектурно-планировочных, технологических и конструктивных решений обеспечивающие психологический комфорт во время землетрясения и превентивные мероприятия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Леви К. Г., Бержинская Л. П., Бержинский Ю. А., Гилева Н. А., Имаев В. С., Лухнев А. В., и др. Култукское землетрясение // Природа. 2009. № 7 (1127). С. 56–63.
2. Голенецкий С.И., Хромовских В.С., Кисловская В.В., Кондорская Н.В., Солоненко В.П., Шебалин Н.В. V. Прибайкалье [(2000 до н.э. – 500 н.э.) – 1974 гг.; M>5,0; /O>6] // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-novyy-katalog-silnyh-zemletryaseniy-na-territorii-sssr-s-drevneyshih-vremen> (25.09.2022).
3. Голенецкий С.И. Землетрясения в Иркутске. Иркутск: Имя, 1997. 96 с.
4. Лисициан М.В., Пашковский В.Л., Петунина З.В. Архитектурное проектирование жилых зданий / Под ред. М.В. Лисициана, Е.С. Пронина. М.: Архитектура-С, 2006. 448 с.
5. Большаков А. Г. Метод оценки геометрии городского ландшафта по условиям его жизнепригодности // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2010. № 5 (45). С. 86–88.
6. Большаков А. Г. Оценка морфотипов застройки как отражения интересов и ценностей городского сообщества и их баланс как принцип градостроительной регенерации исторического центра // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. № 9 (68). С. 89–97.
7. Вавилова Т.Я. Обзор современных зарубежных концепций экологизации среды жизнедеятельности // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9. № 3. С. 113–125. <https://doi.org/0.17673/Vestnik.2019.03.15>.
8. Ключевский А.В., Демьянович В.М., Джурик В.И. Иерархия сильных землетрясений Байкальской рифтовой системы // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 3. С. 279–288.
9. Коссаковский В.А., Чистова В.А. Архитектурная композиция жилого дома. М.: Стройиздат, 1990. 237 с.
10. Кусаинов А.А., Ильичев В.А., Ботабеков А.К., Хенкель Ф.О., Шальк М., Холь Д. Проектирование сейсмостойких конструкций с комплектными системами сухого строительства / Под общ. ред. А.А. Кусаинова и В.А. Ильичева. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. 272 с.
11. Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий. В двух частях. Часть II. Индустриальные технологии реконструкции жилых зданий различных периодов постройки. М.: ГУП ЦПП, 1999. 364 с.
12. Минабутдинова А. Р., Агишева И. Н. Принципы формирования трансформируемого жилого пространства // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. № 3 (49). С. 62–69.
13. Иванов М.К. Некоторые аспекты формирования жилища в условиях высокой сейсмичности территорий: материалы науч. конф. Московского архитектурно-строительного института. М., 1991.
14. Долголюк А.А., Букин С.С., Тимошенко А.И. Опыт решения жилищной проблемы в городах Сибири в XX – нач. XXI вв: сб. науч. трудов. Новосибирск: Параллель, 2008. 216 с.
15. Логинов О.П. Проблемы комплексной реконструкции аварийного жилого фонда // Жилищное строительство. 1992 г. № 4. С. 12–18.
16. Аптикаев Ф.Ф., Эртелева О.О., Бержинский Ю.А., Клячко М.А., Шестоперов Г.С., Стром А.Л. Шкала интенсивности землетрясений. Проект новой Российской сейсмической шкалы // Инженерные изыскания. 2011. № 10. С. 62–85.
17. Саландаева О.И. Формирование архитектурно-конструктивных приемов жилой застройки г. Иркутска в условиях высокой сейсмичности // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 2. С. 132–144.
18. Murzabayeva K., Lapshina E., Tuyakayeva A. Modernization of the Living Environment Space Using the Example of an Urban Array of Residential Buildings from the Soviet Period in Almaty // Buildings. 2022. No. 12. P. 1042.

REFERENCES

1. Levi K. G., Berginskaya L. P., Berzhinsky Yu. A., Gileva N. A., Imaev V. S., Lukhnev A. V. Kultuk earthquake. *Priroda*. 2009;7:56-63. (In Russ.).
2. Golenetsky S., Khromovskikh B.C. (responsible compiler), Kislovskaya V.V., Kondorskaya N.V., Solonenko V.P., Shebalin N.V. V. Baikal region [(2000 BC - 500 AD) – 1974; M>5.0; /O>6]. Available from: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-novyy-katalog-silnyh-zemletryaseniy-na-territorii-sssr-s-drevneyshih-vremen-.pdf> [25th September 2022]. (In Russ.).
3. Golenetsky S.I. Earthquakes in Irkutsk. Irkutsk: Name, 1997. 96 p. (In Russ.).
4. Lisitsian M.V., Pashkovsky V.L., Petunina Z.V., et al. Architectural design of residential buildings. M.V. Lisitsian, E.S. Pronin (Eds.). Moscow: Architecture-S; 2006. 448 p. (In Russ.).
5. Bolshakov A.G. Method for assessing the geometry of the urban landscape according to the conditions of its viability. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta* = *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2010;5(45):86-88. (In Russ.).
6. Bolshakov A.G. Assessment of building morphotypes as a reflection of the interests and values of the urban community and their balance as a prin-

ciple of urban regeneration of the historical center. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2012;9(68):89-97. (In Russ.).

7. Vavilova T.Ya. Review of modern foreign concepts of ecologization of the living environment. *Urban planning and architecture*. 2019;9(3):113-125. (In Russ.). <https://doi.org/0.17673/Vestnik.2019.03.15>.

8. Klyuchevsky A.V., Demyanovich V.M., Dzhurik V.I. Hierarchy of strong earthquakes in the Baikal rift system. *Geology and Geophysics*. 2009;50(3):279-288. (In Russ.).

9. Kossakovsky V.A., Chistova V.A. Architectural composition of a residential building. Moscow: Stroyizdat, 1990. 237 p. (In Russ.).

10. Kusainov A.A., Ilyichev V.A., Botabekov A.K., Henkel F.O., Schalk M., Khol' D. Designing of earthquake-resistant structures with complete systems of dry construction. Under the general editorship of A.A. Kusainov and V.A. Ilyichev. M.: PH of the Association of Construction Universities; 2008. 272 p. (In Russ.).

11. Matveev E.P. Reconstruction of residential buildings. In two parts. Part II. Industrial technologies for the reconstruction of residential buildings of various periods of construction. Moscow: GUP TsPP; 1999. 364 p. (In Russ.).

12. Minabutdinova A. R., Agisheva I. N. Principles of the formation of a transformable living space. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta = News of the Kazan State University of Architecture and*

Engineering. 2019;3(49):62-69. (In Russ.).

13. Ivanov M.K. Some aspects of housing formation in conditions of high seismicity of territories. *Materialy nauchnoi konferentsii Moskovskogo arkhitekturno-stroitel'nogo instituta = Materials of the Scientific Conference of the Moscow Architectural Institute*. Moscow; 1991.

14. Dolgolyuk A.A., Bukin S.S., Timoshenko A.I. Experience in solving the housing problem in the cities of Siberia in the XX - early. 21st century. Novosibirsk: Parallel; 2008. 216 p.

15. Loginov O.P. Problems of complex reconstruction of emergency housing stock. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 1992;4:12-18. (In Russ.).

16. Aptikaev F.F., Erteleva O.O., Berzhinskii Yu.A., Klyachko M.A., Shestoperov G.S., Strom A.L. Project of a new Russian seismic scale GOST R "Earthquake Intensity Scale". *All-Russian Scientific and Analytical Journal of Engineering Surveys*. 2011;10:62-85. (In Russ.).

17. Salandaeva O.I. Formation of architectural and constructive methods of residential development in Irkutsk in conditions of high seismicity. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2015;2:132-144. (In Russ.).

18. Murzabayeva K., Lapshina E., Tuyakayeva A. Modernization of the Living Environment Space Using the Example of an Urban Array of Residential Buildings from the Soviet Period in Almaty. *Buildings*. 2022;12:1042.

Информация об авторах

Саландаева Ольга Ивановна,
доцент кафедры архитектуры
и градостроительства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
член Союза архитекторов России,
ведущий инженер отдела
сейсмостойкого строительства,
Институт земной коры СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия,
e-mail: salandaeva@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6887-4113>

Бержинская Лидия Петровна,
к.т.н., доцент кафедры архитектуры
и градостроительства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
ведущий инженер отдела
сейсмостойкого строительства,
Институт земной коры СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия
e-mail: Berj.LP@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1591-2091>

Information about the authors

Olga I. Salandaeva,
Associate Professor Department of Architecture
and Urban Planning,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
Member of the Union of Architects of Russia,
Lead Engineer of the Earthquake
Engineering Department,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
128 Lermontov St., Irkutsk 664033, Russia,
e-mail: salandaeva@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6887-4113>

Lidiya P. Berzhinskaya,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor
Department of Architecture and Urban Planning,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
Lead Engineer of the Earthquake
Engineering Department,
Earth's Crust SB RAS,
128 Lermontov St., Irkutsk 664033, Russia,
e-mail: Berj.LP@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1591-2091>

Усатый Роман Анатольевич

преподаватель кафедры
строительного производства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
руководитель отдела
сейсмостойкого строительства,
Институт земной коры СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия,
главный инженер проектов,
ООО «Фама Про»,
664017, г. Иркутск, Лермонтова, 343/3, Россия,
e-mail: uroman@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7906-2663>

Roman A. Usatyy,

Teacher Department
of building production,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
Head of the Earthquake
Engineering Department,
Earth's Crust SB RAS,
128 Lermontov St., Irkutsk 664033, Russia,
Chief project engineer,
Fama Pro LLC,
343/3 Lermontov St., Irkutsk 664017, Russia,
e-mail: uroman@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7906-2663>

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 12.01.2023.
Одобрена после рецензирования 27.01.2023.
Принята к публикации 30.01.2023.

Information about the article

The article was submitted 12.01.2023.
Approved after reviewing 27.01.2023.
Accepted for publication 30.01.2023.