

УДК 711

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ РИСКОВ ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ Г. ИРКУТСКА

© Н.В. Иванова¹, Л.П. Бержинская², Е.В. Пуляевская³Иркутский национальный исследовательский технический университет,
Россия, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В статье проанализирована сейсмика территории города Иркутск, состояние жилой застройки и принципы организации территории с учетом макро и микросейсмораионирования.

Ключевые слова: сейсмораионирование, планировочная организация, землетрясение, опасность.

PROBLEMS OF URBAN PLANNING FOR SEISMIC HAZARD ASSESMENT OF ROAD SYSTEMS USING CITY OF IRKUTSK AS AN EXAMPLE

© N.V. Ivanova, L.P. Berzhinskaya, E.V. Pulyaevskaya

Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russian Federation

In the article was analyzed seismic conditions of the Irkutsk city area, conditions of residential development, and principles of organization of the area with considering macro zonation and micro zonation maps.

Key words: seismic zoning, urban design, earthquake, hazard

Большая часть территории России по картам ОСР находится в сейсмически активных районах. Территория Иркутска находится в зоне 7–9 балльных землетрясений. Актуальность исследования: При сильном землетрясении дороги могут быть разрушены или повреждены. Сейсмическое воздействие может вызывать накопление дополнительных напряжений в конструкциях мостов, которые могут привести к повреждению и разрушению, а также снижению уровня безопасности движения по ним. Так же возможно загромождение улиц, завалы, которые не позволяют проехать к местам разрушений пожарным, спасателям МЧС, скорой помощи.

На сегодняшний день по вопросам сейсмической безопасности и условий строительства было проведено множество исследований. Зарождение сейсмостойкого строительства относится 18-19 веку. После землетрясения в Мино-Овари в Японии в 1891 г. японские ученые получили данные о максимальных сейсмических ускорениях грунта, позволившие поставить задачу об определении сейсмических сил, действующих на сооружение при землетрясении. В 1906 г. Омори провел серию экспериментов по определению сейсмических сил, возникающих в кирпичных столбиках, расположенных на платформе, подвергающейся горизонтальным гармоническим колебаниям. Результаты экспериментов вошли в основу статической теории сейсмостойкости, которая сыграла огромную роль в развитии теории сейсмостойкости, потому что впервые удалось получить количественную оценку сейсмических сил разрушительных землетрясений. Дальнейшим этапом развития теории сейсмостойкости стала спектральная теория, представляющая собой существенное усовершенствование динамической теории за счет введения понятия спектральных кривых. Спектральный метод определения сейсмических сил был предложен М. Био в 1933 г. Метод нашел развитие в работах Альфорда, Медведева, Хаузнера, Айзенберга, Корчинского, Назарова, Полякова, Хачияна, и других ученых.

Целью исследования является оценка уровня сейсмической опасности (безопасности) транспортной системы города Иркутска.

В задачи исследования входило:

- изучение нормативных документов, определяющих, правила проектирования транспортных объектов в сейсмических районах, карт ОСР.
- анализ существующей транспортной системы Иркутска
- проверка соответствия транспортных магистралей требуемым нормам; соответствие уровня сейсмоусиления объектов сейсмическим зонам карт ОСР.

Объектом исследования были выбраны городские магистрали в районах с плотной высотной застройкой и мосты. Предложены методы оценки рисков, возникающих при угрозе сейсмического

¹ Иванова Наталия Владимировна, студент группы ГРМ-17-1, e-mail: cotinata@icloud.com
Natalia V. Ivanova student group GRM-17-1, e-mail: cotinata@icloud.com

² Бержинская Лидия Петровна, кандидат технических наук, e-mail: berjinska01@rambler.ru
Lidia P. Berzhinskaya, Candidate of Technical Sciences, e-mail: berjinska01@rambler.ru

³ Пуляевская Евгения Владимировна, кандидат градостроительных наук, доцент кафедры архитектуры и градостроительства, e-mail: pulya.arch@bk.ru
Eugenia V. Pulyaevskaya, Candidate of Urban Sciences, Associate Professor of the Department, e-mail: pulya.arch@bk.ru

воздействия и прогноз состояния объектов при возможных разрушениях и соответствие этих объектов нормативным требованиям.

Сейсмичность территории г. Иркутска согласно картам Общего сейсмического районирования –ОСР-2015

Байкальская рифтовая зона, которая характеризуется сетью глубинных разломов в земной коре, охватывает огромную территорию, к которой относится Прибайкалье, Забайкалье и сопредельные территории Монголии. Территория города Иркутска находится вблизи одного из активных разломов – Главного Саянского разлома и относится к одной из наиболее сейсмоактивных территорий РФ согласно картам ОСР-2015. По данным МЧС южная часть Иркутской области – субъект 1-й степени опасности в случае возможного воздействия природных и связанных с ними техногенных катастроф. На территории г. Иркутска согласно сейсмогеологическим данным возможны землетрясения интенсивностью до 8-9 баллов по сейсмическим шкалам MSK-64 и ШСИ-2017 с магнитудами до 6,5-7,5.

В реальной ситуации, в зависимости от инженерно-гидрогеологических грунтовых условий, на территории города и прилегающих к нему населенных пунктах, интенсивность сотрясения может быть различной. Наибольшие колебания ожидаются в Свердловском округе. Ожидаемые возможные риски и потери составляют по данным на 2015 г. МЧС Иркутской области (рис. 1).

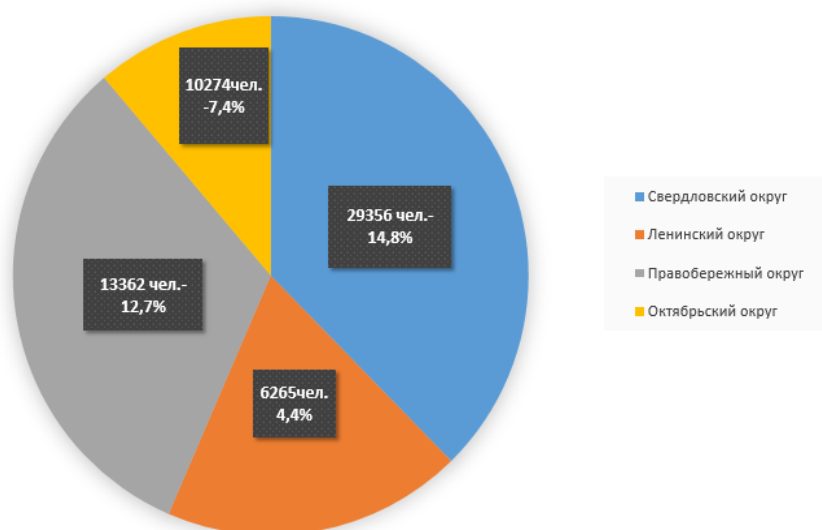


Рис. 1. Ожидаемые возможные риски и потери на 2015 г.:
Свердловский округ – 29356 чел., что составляет 14,8 % от общего числа жителей округа; Ленинский округ – 10274 чел., 7,4%;
Правобережный округ – 13362 чел., 12,7%;
Октябрьский округ – 6265 чел., 4,4%.

При землетрясении силой от 8 до 9 баллов разрушения различной степени получают 65 объектов экономики, 30 школ, 52 детских дошкольных учреждений, 32 лечебно-профилактических учреждений, 6247 жилых домов. Площадь разрушенного жилого фонда составит 5032 тыс. м². Без крова останется до 400 тыс. чел. Под завалами разрушенных зданий и сооружений окажется до 140 тыс. чел. На дорогах внутри кварталов велика вероятность образования сплошных завалов. Повреждения объектов связи, коммуникация города будет нарушена. Многочисленные повреждения получают объекты и сети жилищно-коммунального хозяйства. В результате нормальная жизнедеятельность города будет полностью нарушена на долгий период. Вероятны многочисленные очаги возгорания. Возможные потери населения составят 63106 чел., в том числе безвозвратные 30206 чел. (47%), санитарные – 32900 чел. (53%), из них потребуется госпитализации 15000 чел. (48%). Также вероятны повреждения потенциально-опасных объектов, что повлечет возможные новые возгорания.

Завалы от зданий в г. Иркутске при разрушительном землетрясении

Завалы улиц влекут за собой тяжелые последствия. Будет невозможен проезд пожарной техники, МЧС, скорой помощи.

При землетрясении здания могут получить различную степень разрушения, в зависимости от балльности землетрясения. Завалы различных типов зданий рассчитываются согласно Своду правил 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне» и характеризуются двумя показателями:

- непосредственно характеризующими завал;
- характеризующими обломки завала.

Показатели, непосредственно характеризующие завал:

- дальность разлета обломков;

- длину и ширину завала, верхних граней обелиска завала;
- высоту завала;
- структуру завалов по весу обломков, составу строительных элементов арматуры объемно-массовые характеристики завалов;

Показатели, характеризующие обломки завала:

- содержание арматуры и структуру;
- геометрические размеры и вес обломков.

Завал представляет из себя подобие обелиска. В данном исследовании интересно в основном его ширина и длина (рис. 2).

Дальность разлета обломков определяется по следующей формуле:

$$L=h/3 \text{ или } L=h/4,$$

где h – высота зданий, м.

Принимается, что высота одного этажа составляет для типовых жилых и производственных зданий 3 м и 4 м соответственно.

Длина завала - геометрический размер завала в направлении наибольшего размера стороны здания A :

$$A_{\text{зав}}=2 \cdot l+A, \text{ м.}$$

Ширина завала – геометрический размер завала в направлении наименьшего размера стороны здания B :

$$B_{\text{зав}}=2 \cdot l+B, \text{ м}$$

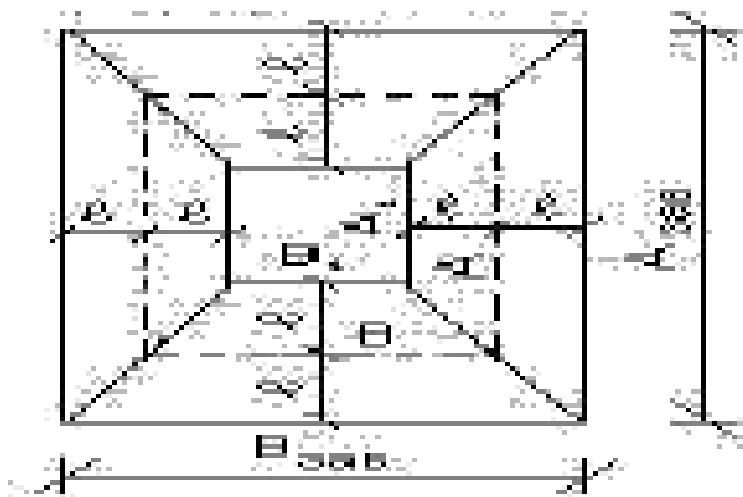


Рис. 2. Расчетная схема завала

Для некоторых зданий в Иркутске были определены размеры завалов и составлены схемы:

ТЦ Лермонтов по ул. Лермонтова, 90/1, высота 6 этажей. Так по расчетам завал от разрушения ТЦ «Лермонтов» будет примерно 82×42 м. Так как ТЦ Лермонтов стоит на возвышенности, то завал сместится в сторону ул. Лермонтова. Из схемы видно, что завал перекроет движение транспорта (рис. 3)



Рис. 3. ТЦ «Лермонтов»

Если рассмотреть часть улицы Лермонтова, то можно увидеть, что завалы будут значительны. (рис. 4).



Рис. 4. Улица Лермонтова

ЖК «Сантоки». Проспект Маршала Жукова, 5/1. Высота 20 этажей образует завал примерно 90×125 м. Оно разрушится с завалом Проспекта Маршала Жукова (рис. 5).

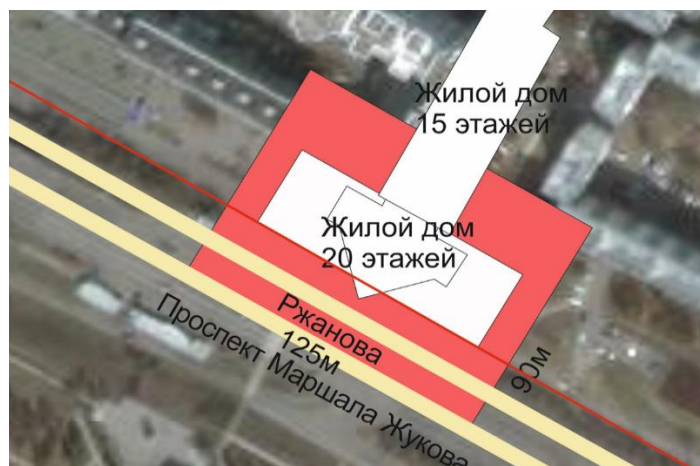


Рис. 5. ЖК «Сантоки»

ТЦ Невский по ул. Советская, 25. Жилой дом с административными помещениями. Высота 17 этажей. Образует завал примерно 94×104 м. Обломки завалят ул. Советская (рис. 6).

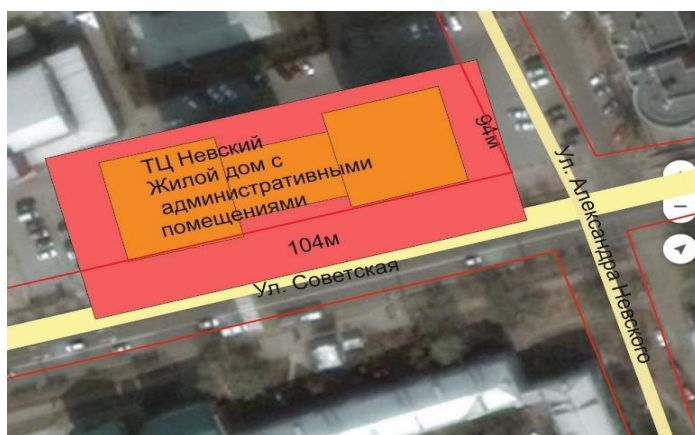


Рис. 6. ТЦ Невский

Ранее в Градостроительном кодексе было понятие «желтые линии».

Желтые линии – это границы максимально допустимых зон возможного распространения завалов (обрушений) зданий (сооружений, строений) в результате разрушительных землетрясений, иных бедствий природного или техногенного происхождения. Желтые линии, как правило, применяются для регулирования разрывов между зданиями и сооружениями.

Сейчас это понятие сохранилось лишь в Своде правил 165.1325800.2014 Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51-90. Дата введения 01.12. 2014.

По приложению Д, данного СП можно определять зоны завалов от зданий. В данном СП указано так же, что при разработке мероприятий по гражданской обороне в составе проектной документации объектов капитального строительства в разделе «Схема планировочной организации земельного участка» следует разрабатывать план «желтых линий». Ширину городской магистрали между «желтыми линиями» следует принимать не менее 7 м.

Сейчас при строительстве зданий Желтые линии не учитывают. А в случае с ТЦ «Лермонтов» не соблюдены даже линии регулирования застройки прописанные в Градостроительном кодексе РФ, по которому отступ от края основной проезжей части магистральных дорог до линии застройки должен быть не менее 25 м.

Рассмотренные городские магистрали, являются одними из самых главных в городе. По ним проходит общественный транспорт. И, если произойдет разрушительное землетрясение, завалов на дорогах от зданий в Иркутске будет много. Что, мешает вести спасательные работы, приведет к нарушению нормальной жизни в городе, и социальным проблемам.

Мосты г. Иркутска

В г. Иркутске насчитывается 4 крупных моста. Все они по картам ОСР находятся в 8-бальной зоне. Глазковский построен в 1936 г., Иннокентьевский в 1978 году, Иркутский в 1961 году. Эти мосты уже давно эксплуатируются и требуют ремонта и постоянного контроля. Их сейсмические характеристики не удовлетворяют современным нормам.

Академический мост был построен сравнительно недавно, в 1996 г. (рис. 7) В соответствии с микросейсмрайонированием территорий в зонах строительства моста, его проектная сейсмостойкость составила 8 баллов. Согласно геодинамическому районированию, мост расположен в месте пересечения Ангарского и Университетского разломов. Ангарский разлом совпадает пространствен-

ным расположением грабенообразной долины р. Ангара. Об активности Ангарского и Университетского разломов свидетельствуют исследования сотрудников Института земной коры СО РАН. Отмечаются смещения грунтовых пластов от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров в различные геологические эпохи. Для неразрезных систем пролетных строений, особенно, в железобетонном преднапряженном исполнении, изменение геометрического положения опор мостов в результате смещений грунтовых пластов меняет напряженно-деформированное состояние конструкций, перераспределяя проектные усилия неблагоприятным образом, что способствует приближению предельных состояний в конструкциях опор моста. В «Методических рекомендациях по сейсмическому микрорайонированию участков строительства транспортных сооружений» проф. Г.С. Шестоперов говорит об уточнении исходной сейсмичности участка строительства, особенно для объектов особой ответственности. Академический мост служит примером, когда недооценка сейсмичности площадки строительства, может привести к недостаточной надежности всей конструкции.

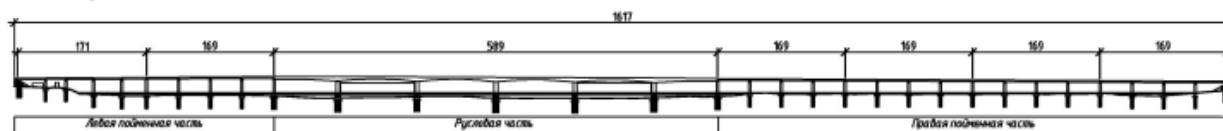


Рис. 7 . Схема Академического моста

Все городские мосты являются объектами особой важности. И если хоть один мост выйдет из строя, в городе наступит транспортный коллапс. А так как, землетрясения различной силы происходят очень часто, существующим мостам просто необходим ремонт и регулярный мониторинг состояния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении можно сказать, что транспортная система города обладает недостаточной сейсмической безопасностью. Существуют риски разрушения и повреждения мостов, полный завал некоторых участков городских магистралей.

Градостроительное проектирование города, транспортных магистралей, мостов с учетом микро сейсморайонирования позволит снизить риски и потери при сильном землетрясении, сохранить инфраструктуру города, избежать многих социальных проблем, упростить ремонт и восстановление, избежать человеческих жертв, позволит уменьшить повреждения автомобильных дорог, мостов и искусственных сооружений, а в некоторых случаях и вовсе их избежать.

Библиографический список

1. Баранов Т.М. Метод оценки геодинамической безопасности железобетонных автодорожных мостов и технологии их мониторинга: дисс. ... канд. техн. наук. 05.23.11. Иркутск, 2014.
2. Шестоперов Г.С. Методические рекомендации по сейсмическому микрорайонированию участков строительства транспортных сооружений. М., 2004.
3. Голенецкий С.И. Землетрясения в Иркутске. Иркутск: Изд-во «Имя», 1997.
4. Комплект карт общего сейсмического районирования территории РФ ОСР-97 / Гл. ред. В.Н. Страхов, В.И. Уломов. М.: Изд-во ОИФЗ, 1999. 57 с.
5. Оглы Б.И. Иркутск. О планировке и архитектуре города. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1982. 112 с.
6. Оценка и управление природными рисками. Тематический том / Под ред. А.Л. Рогозина. М.: КРУК, 2003. 320 с.
7. Саландаева О.И., Бержинская Л.П. Градостроительные особенности жи-лой застройки города Шелехова в условиях высокой сейсмичности // Вестник ИрГТУ. 2013. № 6. С. 97–105.
8. Саландаева О.И. Формирование архитектурно-конструктивных приемов жилой застройки г. Иркутска в условиях высокой сейсмичности // Вестник ИрГТУ. 2015. №2. С. 132–144.
9. Саландаева О.И., Бержинская Л.П. Формирование архитектурно-типологического ряда жилых зданий и территорий города Улан-Батора в условиях высокой сейсмичности // Вестник ИрГТУ. 2013. № 11. С.177–186.
10. СП 165.1325800.2014 Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. М.: Минстрой России, 2014.
11. СП 14.13330.2014. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. М.: Минстрой России, 2014. 125 с.
12. Шенькман Б.М., Шолохов П.А., Шенькман И.Б. Подтопление Иркутска грунтовыми водами // География и природные ресурсы. 2011. № 2. С. 54–62.
13. Arezoo Momenian, Meysam Zekavat Seismic Approach to Urban Design // Iran // Journal of Rescent Sciences. 2015, С. 72–76.
14. Murat Balamir Urban seismic risk management: the earthquake master plan of Istanbul// 13th World conference on earthquake engineering // Vancouver. Canada, August 1-6, 2004.