

О конструкционной безопасности строительных объектов и урбанизированных территорий в связи с космическими угрозами Structural safety of buildings and urban areas due to the space threats

д.т.н., профессор Байбурин Альберт Халитович
ФГБОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет
+7 (922) 231 3827; abayburin@mail.ru
Челябинск
Российская Федерация

D. Sc., Professor Albert Khalifovich Bayburin
National Research South Ural State University
+7 (922) 231 3827; abayburin@mail.ru
Chelyabinsk
Russian Federation

д.т.н., профессор Мельчаков Анатолий Петрович
ФГБОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет
+7 (351) 232 4861; profmelchakov@gmail.com
Челябинск
Российская Федерация

D. Sc., Professor Anatoly Petrovich Melchakov
National Research South Ural State University
+7 (351) 232 4861; profmelchakov@gmail.com
Chelyabinsk
Russian Federation

аспирант Байбурин Денис Альбертович
ФГБОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет
+7 (922) 707 0686; dbayburin@mail.ru
Челябинск
Российская Федерация

Post-graduate student Denis Albertovich Bayburin
National Research South Ural State University
+7 (922) 707 0686; dbayburin@mail.ru
Chelyabinsk
Russian Federation

Иванов Андрей Евгеньевич
Ведущий эксперт, директор ООО «ПроектСтройЭкспертиза»
+7 (912) 891 2650; ivanov_andr@mail.ru
Челябинск
Российская Федерация

Andrey Evgenjevich Ivanov
Leading expert and Director of Ltd. "ProjectStroyExpertiza"
+7 (912) 891 2650; ivanov_andr@mail.ru
Chelyabinsk
Russian Federation

Ключевые слова: конструкционная безопасность; риск аварии; здания и сооружения; космическая опасность.

В статье приведена информация о тяжести последствий падения космического объекта на застроенную территорию Челябинской области и превентивных мерах по снижению ущерба. Материалы статьи основаны на результатах экспертных обследований, сообщениях СМИ, интернета, фото- и видеоматериалах.

Цель работы – привлечь внимание научной и строительной общественности к проблеме конструкционной безопасности зданий и сооружений в связи проявленными новыми угрозами

космического происхождения. Проведен анализ повреждений промышленных и гражданских зданий, полученных в результате воздействия ударной волны при взрыве метеорита, сформулированы выводы по снижению тяжести последствий воздействий такого рода.

Приведены результаты моделирования возможных сценариев развития событий при падении метеорита на урбанизированную территорию специалистами вычислительного центра школы конструкционной безопасности.

Key words: construction, structural safety, risk, quality, buildings and constructions, space threat, meteor.

The article provides information about consequence of the fall of space object to a built-up area of Chelyabinsk region and preventive measures to reduce the damage. Materials of article based on the results of expert surveys, mass media reports, net photo and video materials.

The main purpose - is attraction of scientific attention and constructors' community to the problem of structural safety of buildings in connection with new Outer origin threats manifestation. Damage analysis of industrial and civil buildings from meteorite explosion shock wave was performed, the conclusions to reduce the severity of the effects of this kind are formulated.

Simulation results of possible scenarios of the fall of a meteor in the urbanized areas were performed by structural safety center specialists.

1. Введение

В общей проблеме обеспечения безопасности и устойчивого развития [1-4] все большее значение уделяется безопасности строительства [5-10]. Важнейшим видом безопасности в строительстве и базовым свойством качества построенных зданий и сооружений является конструкционная безопасность [11-16]. Это свойство характеризует не только прочность, жёсткость и устойчивость конструкций несущего каркаса объекта, но и его способность противостоять не предусмотренным в проекте внешним воздействиям [17, 18]. Поскольку непроектные воздействия на объект (природного и техногенного вида) почти всегда имеют место, то при отсутствии у него такого свойства аварийные обрушения конструкций практически неизбежны, и приносят они существенные убытки, как материальные, так и социальные [19-22]. Показателем конструкционной безопасности объекта является риск аварии, основанный на физическом состоянии системы «основание – фундамент – несущий каркас» с учетом допущенных ошибок [23, 24]. После событий 15 февраля 2013 года можно говорить и о непроектном космическом воздействии на строительный объект, хотя нормативными документами таких воздействий не предусмотрено [25-27].

2. Анализ повреждений

После взрыва космического тела, пролетевшего по траектории с востока на запад над территорией Челябинской области 15 февраля 2013 года, здания и сооружения подверглись частичному разрушению в результате воздействия ударной волны. По видеоматериалам установлено запаздывание ударной волны после вспышки в 180 секунд, что соответствует расстоянию от центра Челябинска до источника взрыва около 50 км.

Разрушения зафиксированы в десяти районах Челябинской области, населенных пунктах: Челябинск, Еманжелинск, Еткуль, Копейск, Коркино, Чебаркуль, Южно-Уральск, Златоуст, Троицк и др. Наиболее пострадали южные районы Челябинской области вдоль траектории пролета метеорита. Так, в пос. Коркино серьезно повреждено здание больницы, выбито 387 окон общей площадью 3,5 тыс. м², в техникуме пищевой промышленности выбиты 90% стекол и обвалилась штукатурка. В Еманжелинском районе повреждено 2,5 тыс. окон в жилых домах. В детских садах, школах, учреждениях спорта и культуры выбито 6,3 тыс. м² стекла, а в общей сложности – 15,3 тыс. м².

По официальным данным зафиксировано, что частичное разрушение наружного остекления получили 4715 гражданских зданий, из них: многоквартирных жилых домов – 3724, учреждений образования – 671, медицинских учреждений – 235, учреждений соцзащиты – 11, учреждений культуры – 69, учреждений спорта – 5. Разрушено более 200 тысяч квадратных метров остекления. По предварительным оценкам ущерб составил 1 млрд. рублей. В результате повреждения жилых домов материальный ущерб в той или иной степени понесли 100 тысяч семей. Нанесен вред здоровью людей: ранения получили более 1,5 тысячи человек, среди пострадавших 319 детей.

В Челябинской области 16 зданий получили серьезные повреждения несущих конструкций от ударной волны. В Челябинске ощутимые повреждения получили здания ЧЦЗ, ЧТПЗ, спортивной арены

«Трактор», ледового дворца «Уральская молния», областной больницы, ЮУрГУ, больницы скорой помощи.

На Челябинском цинковом заводе обрушилась часть здания склада концентратов. Согласно данным МЧС, площадь обрушения составила 600 м² (рисунки 1, 2). Здание склада каркасной несущей системы с железобетонными колоннами, стальными фермами, железобетонным покрытием и кирпичными наружными стенами. Восточная кирпичная стена обрушилась на проезжую часть.



Рисунок 1.



Рисунок 2.

Наибольшие повреждения получили южные фасады промышленных зданий, выполненные из навесных сэндвич-панелей (рисунки 3, 4). Сорваны с креплений и деформированы примерно 15% панелей. Как показал технический осмотр, были вырваны панели с креплением на 2–4 самореза по краям. Самонарезающие шурупы диаметром 4,5 мм отломлены в местах захода в прокатный металл факверка.

В одном из цехов ударная волна от южного фасада прошла внутри цеха, выбила стеновое ограждение на восточном фасаде, деформировала стену из профнастила северного фасада, отстоящую от поврежденного южного фасада на расстоянии около 300 м.

Стены из железобетонных панелей или кирпича практически не пострадали. Обследованные каркасы цехов, выполненные из металлических или железобетонных конструкций, не получили каких-либо опасных повреждений. Деформаций стропильных конструкций обнаружено не было.



Рисунок 3.



Рисунок 4.

Частично разрушилось остекление прямоугольных фонарей с ориентацией на юг-север, но установленные сетки-ловители удержали стекла от падения вниз (рисунок 5). Как видим, нельзя пренебрегать требованием установки армированных стекол и сеток-ловушек. Практически не пострадали зенитные фонари купольной формы с остеклением из оргстекла или сотового поликарбоната, были незначительно деформированы створки для аэрации (рисунок 6).



Рисунок 5.



Рисунок 6.

В зданиях ЮУрГУ разрушено около 1,7 тыс. окон и 8 тыс. м² подвесных потолков. Ущерб превысил 50 млн. рублей (рисунок 7, 8). Повреждены окна практически всех зданий университетского городка, причем не зависимо от ориентации по сторонам горизонта. По количеству повреждений южные и северные фасады превосходят восточные и западные, что объясняется траекторией падения космического тела и направлением ударной волны. Вероятность разрушения зависела и от площади оконного проема, и от конструкции (пластик, дерево, алюминий), и от этажа, а также от степени износа (сроков эксплуатации). В многоэтажных зданиях больше повреждены окна трех нижних этажей. В дворах-колодцах, в зданиях, выходящих на улицы с плотной линейной застройкой, видимо имело место многократное отражение и наложение ударных волн.



Рисунок 7.



Рисунок 8.

Наибольшую опасность для людей и имущества представляли полностью выпавшие оконные рамы и створки (рисунок 9, 10). В здании бассейна ЮУрГУ с узкими и высокими окнами повреждения остекления оказались минимальными.



Рисунок 9.



Рисунок 10.

Значительный ущерб нанесен ледовому дворцу «Уральская молния». На южном и восточном фасадах оторваны сэндвич-панели (рисунок 11), обшивка свесов крыши разорвана в клочья. Имеются

многочисленные повреждения окон, подвесных потолков, прозрачных и декоративных ограждений; пострадало и инженерное оборудование здания, особенно вентиляционное. Стропильные конструкции в виде арки к затяжкой получили значительные деформации, требующие их частичной замены (рисунок 12). Две металлические балки системы связей по покрытию упали вниз, не задев людей. На ремонт здания и восстановление несущих стропильных конструкций потребуется 170 млн. рублей. Пока не оценен ущерб, связанный с простоем спортивного сооружения.



Рисунок 11.

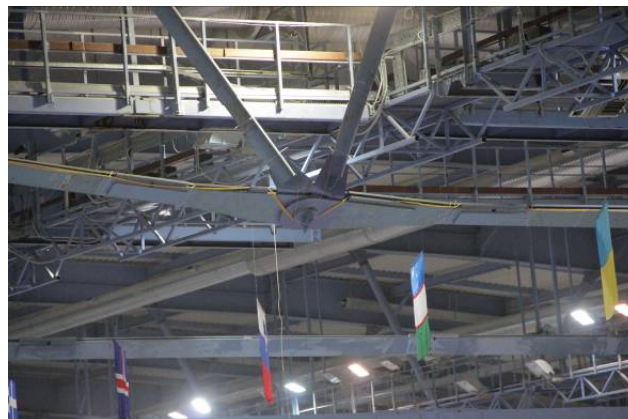


Рисунок 12.

Во время взрыва в детской спортивной школе по футболу № 3 по ул. Худякова от оконного проема оторвалась металлическая балка весом около 300 кг. По счастливой случайности, никто не пострадал. Эксперты обнаружили частичную деформацию несущих колонн, стен, перекрытий, трещины по фасаду. Произошло разрушение заполнения 70% оконных проемов. Здание школы признано аварийным. По официальным данным в Челябинской области из 16 зданий, наиболее пострадавших от падения метеорита, четыре были признаны аварийными. Всего специалистами МЧС и строительными экспертами обследовано 122 потенциально опасных объекта на наличие конструктивных повреждений.

3. Выводы по данным предварительного анализа

По данным предварительного анализа повреждений зданий можно сделать следующие выводы.

1. Не смотря на то, что вероятность падения космических объектов такого размера на город ничтожна, последствия могут быть катастрофическими, особенно для промышленно развитой территории. Поэтому риски таких ЧС требуют глубокого осмысления, а конструкционная безопасность зданий – инженерного анализа. Запаздывание ударной волны при взрыве на большом удалении дает возможность принять определенные организационно-управленческие решения, повышающие степень безопасности населения.

2. Очевидно, что заполнение оконных проемов не может воспринимать нагрузки от ударных волн такой интенсивности. Поэтому в помещениях с большим скоплением людей необходимо применять оконные системы повышенной прочности с надежной фурнитурой и соответствующим креплением в проемах. Узкие и высокие окна предпочтительней широких и низких. Безопаснее заполнение проемов из органического или закаленного стекла.

3. Легкие ограждающие конструкции и остекление промышленных цехов гасят энергию ударной волны, предотвращая деформации каркаса. Но при этом возникает опасность для персонала, работающего поблизости. Поэтому в опасных местах должна быть предусмотрена дополнительная защита (каркасные сэндвич-панели, дополнительный фахверк через 3 м, безопасные стекла, сетки-ловушки, экраны и пр.). Наиболее устойчивы светоаэрационные фонари купольной формы из органического стекла.

4. При проектировании большепролетных сооружений, таких как «Уральская молния», особое внимание должно уделяться формам потери устойчивости, как отдельных элементов стропильных конструкций, так и системы покрытия в целом при чрезвычайных воздействиях типа взрыва внутри или снаружи здания, при вертикальном или наклонном направлении ударной волны.

4. Заключение

Общая космическая опасность стала явственно ощущаться, когда посредством СМИ широкая общественность узнала, что от скорости и угла вхождения космического тела в плотные слои атмосферы Земли напрямую зависит сила и мощность последующей ударной волны. Трудно представить размер катастрофы, если бы траектория тела была встречной, а угол вхождения метеорита был бы больше 20 градусов. Специалисты вычислительного центра школы конструкционной безопасности [28-31] смоделировали этот процесс, и пришли к следующим предположениям относительно возможных сценариев развития событий.

Катастрофический сценарий: курс встречный; угол близкий к 90 градусам; тотальные разрушения в радиусе до 200 км; три миллиона погибших и пострадавших.

Трагический сценарий: курс встречный; угол около 20 градусов; значительные разрушения в радиусе 100 км; сто тысяч погибших и пострадавших.

Пессимистический сценарий: курс параллельный; угол близкий к 90 градусов; большие разрушения в радиусе 50 км; десять тысяч погибших и пострадавших.

Эти сценарии, несмотря на кажущуюся апокалиптичность, вполне вытекают из измеренных последствий падения метеорита в районе реки Каменная Тунгуска в 1908 году. Просто они были перенесены из незаселенной территории тайги в урбанизированный промышленный Уральский регион образца 2013 года. Сопоставив выводы компьютерного моделирования с уже подсчитанным и фактически подтвержденным ущербом от падения Чебаркульского метеорита, мы можем авторитетно и со всей ответственностью заявить – в очередной раз человечество получило сверхсерьезное предупреждение о том, что надо коренным образом менять парадигму мышления в отношении внешних угроз его выживанию: от принципа МЧС «реагировать и действовать» переходить на принцип акад. В.А. Легасова «предвидеть и предупреждать». Показательно, что сразу после этой чрезвычайной ситуации вице-премьер Правительства России Дмитрий Rogozin предложил создать «национальную систему астероидно-метеоритной безопасности», которая могла бы стать частью международной аэрокосмической системы глобального мониторинга (МАКСМ).

Литература

1. Владимиров В. А., Воробьев Ю. Л., Малинецкий Г. Г. [и др]. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М.: Наука, 2000. 431 с.
2. Безопасность России. Безопасность строительного комплекса / рук. авт. кол-ва Махутов Н. А., Лобов О. И., Еремин К. И. М.: МГОФ «Знание», 2012. 798 с.
3. API 581/ Risk-Based Inspection. Base Resource Document.
4. Ho K., Ltroi E., Robertds B. Quantitative risk assessment: application, myths and future direction / Proc. of the International Conference on Geotechnical and Geological Engineering. Melbourne. Australia. 2000.
5. Safety, risk and reliability – trends in engineering. International Conference. Malta. 2001. 944 p.
6. Augusti G., Baratta A., Casciati F. Probabilistic Methods in Structural Engineering. Rout ledge. London, 1984.
7. Novak A. S., Collins K. R. Reliability of Structures, McGraw-Hill. New York, 2000. 237 p.
8. Rackwitz R. Acceptable Risk and Affordable Risk Control for Technical Facilities and Optimization, Submitted for Publication // Reliability Engineering and System Safety, 2003.
9. Ditlevsen O., Madsen H.O. Structural Reliability Methods. NY, Willey and Sons, 1996. 369 p.
10. Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений. МЧС России. Федеральный центр науки и высоких технологий «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций». М. 2003.
11. Меркулов С. И. Конструктивная безопасность железобетонных элементов реконструированных зданий и сооружений: Дисс. на соиск. учен. степ. д.т.н. Спец.: 05.23.01. Орел, 2004. 470 с.
12. Востров В. К. Прочность, трещиностойкость и конструктивная безопасность строительных металлоконструкций на базе развития линейной механики разрушения: Дисс. соиск. учен. степ. к.т.н. Спец.: 05.23.01. М, 2009. 292 с.
13. Мельчаков А. П., Никонов Н. Н., Рудин В. Н. Город – место надежных и безопасных сооружений // Градостроительство. 2011. № 5(15). С.104–113; № 6(16). С. 80–88.

14. Мельчаков А. П. О конструкционной безопасности зданий и сооружений // Безопасность России. Безопасность строительного комплекса. М.: МГОФ «Знание», 2012. С. 244–281.
15. Мельчаков А. П. Риск-менеджмент как наука о безопасности // Технадзор. Промышленная безопасность. 2011. № 3(52). С.72–76.
16. Мельчаков А. П., Чебоксаров Д. В. Прогноз, оценка и регулирование риска аварии зданий и сооружений: теория, методология и инженерные приложения: Монография. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. 113 с.
17. Тамразян А. Г., Степанов С. Г. Парфенов. Конструктивная безопасность железобетонных конструкций зданий и сооружений при запроектных воздействиях // Науч. труды 2-ой международной конф. по бетону и железобетону «Бетон и железобетон – пути развития». М.: Дипак, 2005. Т.6. С. 92–100.
18. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / Тамразян А. Г., Булгаков С. Н., Рахман И. А., Степанов А. Ю. М.: Изд-во АСВ, 2012. 304 с.
19. Болотин В. В. Ресурс машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1990. 448 с.
20. Райзер В. Д. Теория надежности сооружений. М.: Изд-во АСВ, 2010. 384 с.
21. Перельмутер А. В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. М.: Изд-во АСВ, 2007. 256 с.
22. Безопасность эксплуатируемых зданий и сооружений: монография / под ред. Теличенко В. И., Еремина К. И. М.: ВЕЛД, 2011. 428 с.
23. Байбурин А. Х. Ошибки, дефекты и обеспечение безопасности на стадии строительства // Безопасность России. Безопасность строительного комплекса / Рук. авт. кол-ва Махутов Н. А., Лобов О. И., Еремин К. И. М.: МГОФ «Знание», 2012. С. 281–302.
24. Байбурин А. Х., Головнев С. Г. Качество и безопасность строительных технологий: Монография. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. 453 с.
25. ГОСТ Р 22.0.06-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий.
26. ГОСТ Р 22.1.04-96 Мониторинг аэрокосмический. Номенклатура контролируемых параметров чрезвычайных ситуаций.
27. ГОСТ Р 51897-2002 Менеджмент риска. Термины и определения.
28. Шлейков И. Б. Оценка и регулирование уровня конструкционной безопасности планируемых к возведению зданий и сооружений: Дисс. на соиск. учен. степ. к.т.н., Спец. 05.23.01. Челябинск. 2006. 177 с.
29. Чебоксаров Д. В. Оценка конструкционной безопасности эксплуатируемых зданий: Дисс. на соиск. учен. степ. к.т.н., Спец. 05.23.01. Челябинск. 2011. 176 с.
30. Еремин А. К. Риск аварийного обрушения металлических каркасов эксплуатируемых одноэтажных зданий: Дисс. на соиск. учен. степ. к.т.н., Спец. 05.23.01. Магнитогорск. 2006. 127 с.
31. Байбурин Д. А., Фабрика Е. В. Разработка экспертной системы оценки риска аварий в строительных системах на стадиях проектирования, возведения и эксплуатации // Безопасность критических инфраструктур и территорий: Материалы IV Всеросс. научно-техн. конф. и XIV школы молодых ученых. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 86.
32. Рисунок 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.google.ru/search?q> (дата обращения: 20.04.2013).
33. Рисунок 2. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.google.ru/search?q> (дата обращения: 20.04.2013).
34. Рисунок 7. [Электронный ресурс]. URL: www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo (дата обращения: 20.04.2013).
35. Рисунок 8. [Электронный ресурс]. URL: www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo (дата обращения: 20.04.2013).
36. Рисунок 9. [Электронный ресурс]. URL: www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo (дата обращения: 20.04.2013).
37. Рисунок 10. [Электронный ресурс]. URL: www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo (дата обращения: 20.04.2013).

References

1. Vladimirov V. A., Vorob'ev Ju. L., Malineckij G. G. [i dr]. *Upravlenie riskom: Risk. Ustojchivoe razvitie. Sinergetika. M.: Nauka, 2000. 431 p. (rus)*
2. *Bezopasnost' Rossii. Bezopasnost' stroitel'nogo kompleksa / ruk. avt. kol-va Mahutov N. A., Lobov O. I., Eremin K. I. M.: MGOF "Znanie", 2012. 798 p. (rus)*

3. API 581/ Risk-Based Inspection. Base Resource Document.
4. Ho K., Ltroi E., Robertds B. Quantitative risk assessment: application, myths and future direction / Proc. of the International Conference on Geotechnical and Geological Engineering. Melbourne. Australia. 2000.
5. Safety, risk and reliability – trends in engineering. International Conference. Malta. 2001. 944 p.
6. Augusti G., Baratta A., Casciati F. Probabilistic Methods in Structural Engineering. Rout ledge. London, 1984.
7. Novak A. S., Collins K. R. Reliability of Structures, McGraw-Hill. New York, 2000. 237 p.
8. Rackwitz R. Acceptable Risk and Affordable Risk Control for Technical Facilities and Optimization, Submitted for Publication // Reliability Engineering and System Safety, 2003.
9. Ditlevsen O., Madsen H.O. Structural Reliability Methods. NY, Willey and Sons, 1996. 369 p.
10. *Metodika ocenki i sertifikacii inzhenernoj bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij. MChS Rossii. Federal'nyj centr nauki i vysokih tehnologij "Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut po problemam grazhdanskoj oborony i chrezvychajnyh situacij". M. 2003. (rus)*
11. *Merkulov S. I. Konstruktivnaja bezopasnost' zhelezobetonnyh jelementov rekonstruirovannyh zdaniy i sooruzhenij: Diss. of D.Sc. Spec.: 05.23.01. Orel, 2004. 470 p. (rus)*
12. *Vostrov V. K. Prochnost', treshhinostojkost' i konstruktivnaja bezopasnost' stroitel'nyh metallo-konstrukcij na baze razvitiya linejnoy mehaniki razrushenija: Diss. of Ph. D. Spec.: Спец.: 05.23.01. M, 2009. 292 p. (rus)*
13. *Mel'chakov A. P., Nikonov N. N., Rudin V. N. Gorod – mesto nadezhnyh i bezopasnyh sooruzhenij // Gradostroitel'stvo. 2011. No. 5(15). Pp.104–113; No. 6(16). Pp. 80–88. (rus)*
14. *Mel'chakov A. P. O konstrukcionnoj bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij // Bezopasnost' Rossii. Bezopasnost' stroitel'nogo kompleksa. M.: MGOF "Znanie", Pp. 244–281. (rus)*
15. *Mel'chakov A. P. Risk-menedzhment kak nauka o bezopasnosti // Tehnadzor. Promyshlennaja bezopasnost'. 2011. № 3(52). Pp. 72–76. (rus)*
16. *Mel'chakov A. P., Cheboksarov D. V. Prognoz, ocenka i regulirovanie riska avarii zdaniy i sooruzhenij: teorija, metodologija i inzhenernye prilozhenija: Monografija. Cheljabinsk: Izd-vo JuUrGU, 2009. 113 p. (rus)*
17. *Tamrazjan A. G., Stepanov S. G. Parfenov. Konstruktivnaja bezopasnost' zhelezobetonnyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij pri zaproektnyh vozdeystvijah // Nauch. trudy 2-oj mezhdunarodnoj konf. po betonu i zhelezobetonu "Beton i zhelezobeton – puti razvitiya". M.: Dipak, 2005. Vol. 6. Pp. 92–100. (rus)*
18. *Snizhenie riskov v stroitel'stve pri chrezvychajnyh situacijah prirodnoy i tehnogennogo haraktera / Tamrazjan A. G., Bulgakov S. N., Rahman I. A., Stepanov A. Ju. M.: Izd-vo ASV, 2012. 304 p. (rus)*
19. *Bolotin V. V. Resurs mashin i konstrukcij. M.: Mashinostroenie, 1990. 448 p. (rus)*
20. *Rajzer V. D. Teorija nadezhnosti sooruzhenij. M.: Izd-vo ASV, 2010. 384 p. (rus)*
21. *Perel'muter A. V. Izbrannye problemy nadezhnosti i bezopasnosti stroitel'nyh konstrukcij. M.: Izd-vo ASV, 2007. 256 p. (rus)*
22. *Bezopasnost' jekspluatiruemyh zdaniy i sooruzhenij: monografija / pod red. Telichenko V. I., Eremina K. I. M.: VELD, 2011. 428 p. (rus)*
23. *Bajburin A. H. Oshibki, defekty i obespechenie bezopasnosti na stadii stroitel'stva // Bezopasnost' Rossii. Bezopasnost' stroitel'nogo kompleksa / Ruk. avt. kol-va Mahutov N. A., Lobov O. I., Eremin K. I. M.: MGOF "Znanie", 2012. Pp. 281–302. (rus)*
24. *Bajburin A. H., Golovnev S. G. Kachestvo i bezopasnost' stroitel'nyh tehnologij: Monografija. Cheljabinsk: Izd-vo JuUrGU, 2006. 453 p. (rus)*
25. *GOST R 22.0.06-95 Bezopasnost' v chrezvychajnyh situacijah. Istochniki prirodnyh chrezvychajnyh situacij. Porazhajushhie faktory. Nomenklatura parametrov porazhajushhih vozdeystvij. (rus)*
26. *GOST R 22.1.04-96 Monitoring ajerokosmicheskij. Nomenklatura kontroliruemyh parametrov chrezvychajnyh situacij. (rus)*
27. *GOST R 51897-2002 Menedzhment riska. Terminy i opredelenija. (rus)*
28. *Shlejkov I. B. Ocenka i regulirovanie urovnja konstrukcionnoj bezopasnosti planiruemyh k vozvedeniju zdaniy i sooruzhenij: Dissertation of Ph. D., Spec. 05.23.01. Cheljabinsk. 2006. 177 p. (rus)*
29. *Cheboksarov D. V. Ocenka konstrukcionnoj bezopasnosti jekspluatiruemyh zdaniy: Dissertation of Ph. D., Spec. 05.23.01. Cheljabinsk. 2011. 176 p. (rus)*
30. *Eremin A. K. Risk avarijnogo obrushenija metallicheskih karkasov jekspluatiruemyh odnojetazhnyh zdaniy: Diss. na soisk. uchen. step. k.t.n., Spec. 05.23.01. Magnitogorsk. 2006. 127 p. (rus)*

31. Bajburin D. A., Fabrika E. V. *Razrabotka jekspertnoj sistemy ocenki riska avarij v stroitel'nyh sistemah na stadijah proektirovanija, vozvedenija i jekspluatacii // Bezopasnost' kritichnyh infrastruktur i territorij: Materialy IV Vseross. nauchno-tehn. konf. i XIV shkoly molodyh uchenyh. Ekaterinburg: UrO RAN, 2011. Pp. 86. (rus)*
32. Picture 1. [web source]. URL: <http://www.google.ru/search?q> (date of reference: 20.04.2013).
33. Picture 2. [web source]. URL: <http://www.google.ru/search?q> (date of reference: 20.04.2013).
34. Picture 7. [web source]. URL: www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo (date of reference: 20.04.2013).
35. Picture 8. [web source]. URL: www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo (date of reference: 20.04.2013).
36. Picture 9. [web source]. URL: www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo (date of reference: 20.04.2013).
37. Picture 10. [web source]. URL: www.youtube.com/watch?v=XMpXAaeXsNo (date of reference: 20.04.2013).