

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-3.297>

УДК 699.841:699.812.2

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПОЖАРА ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

Маджидов И.У., Кулдошев А.Х., Ибрагимов Б.Т.

Цель. Выявление наиболее опасных для жизни и здоровья населения зон на подверженных землетрясениям территориях, уточнение соответствующих мер по спасению людей и ликвидации пожаров.

Методы. Применены сравнительно-аналитический и эвристические методы анализа пожаров при землетрясениях с учетом технического состояния зданий. Использован зарубежный опыт ликвидации последствий землетрясений и вторичных пожаров.

Результаты. Выявлены особенности пожаров, возникающих при различных разрушениях зданий вследствие землетрясений и стихийных бедствий, позволяющие определить задачи и цели спасательных подразделений в зонах разрушений. Уточнены факторы, способствующие возникновению и распространению таких пожаров. Предложен комплекс мероприятий, направленный на предотвращение пожаров до и во время землетрясения.

Область применения исследований. Результаты исследований могут быть применены при проведении учений, связанных с землетрясением и возникшими пожарами для отработки взаимодействия пожарно-спасательных подразделений с населением, и осуществлении пропаганды правил по безопасности жизнедеятельности для формирования у населения устойчивых навыков выживания при землетрясениях и пожарах.

Ключевые слова: пожары, землетрясения, причины распространения, разрушение, опасность, бедствие, фактор, причина, оценка последствий.

(Поступила в редакцию 21 мая 2020 г.)

Введение

Ежегодно в различных уголках земли происходит немало стихийных бедствий, причиняющих значимый экономический ущерб и несчастья людям. Наводнения, обвалы, оползни, ливни, селевые потоки и ряд других явлений могут подстергать людей в неожиданных местах. Одно из потенциальных и самых больших опасностей последствий землетрясений – угроза пожара. Пожары – обычное явление после землетрясений. Так, японцы с гордостью называют Кобе городом XXI в., однако после землетрясения магнитудой 7,3 балла, произошедшего в Кобе 16 июня 1995 г., ему был причинен материальный ущерб на сумму в 102,5 млрд долларов. Вслед за этим землетрясением последовал пожар, который уничтожил полностью всю старинную часть данного города. А значит, даже современные города не имеют абсолютной защиты от разбушевавшихся стихий [1].

Если обратиться к более древнему факту, то 18 октября 1356 г. в 10 ч вечера землетрясение колоссальной силы уничтожило Базель (Швейцария) и окрестные селения, расположенные в радиусе 30–40 км. Землетрясение достигло силы 11 баллов. Дома, церкви и крепости не выдержали толчка такой силы. Укрепленные замки и связанные с ними небольшие города и селения были полностью уничтожены. Своды кафедрального собора в Берне рухнули, разрушалась колокольня. В Швейцарии не осталось почти ни одной местности, где бы это землетрясение не причинило ущерба. Только под обломками зданий погибло несколько сотен тысяч человек. Оставшиеся в живых бежали в сельскую местность, откуда наблюдали, как в городе распространился пожар, бушевавший в течение нескольких дней и уничтоживший все то, что еще уцелело после сотрясений природной стихии.

Поэтому следует отметить, что угроза пожара всегда существует как следствие любого землетрясения для всех районов и любых категорий сооружений. Так, во время Ташкентского землетрясения 26 апреля 1966 г. наблюдалось большое количество очагов пожа-

ров и возгораний, которые были своевременно ликвидированы благодаря четкой организации пожарной службы города. Конечно, при землетрясениях наибольший вред причиняется из-за некачественной и плотной застройки, непродуманного расположения путепроводов и хранения горючих материалов. Именно при таких условиях могут возникнуть крупные пожары [2].

При землетрясениях один из четырех пожаров возникает из-за утечки газа. К авариям на газовых коммуникациях приводят отклонения от норм безопасности. Не оснащенные системами блокировки подачи топлива печи, плиты и водонагреватели становятся причиной пожаров в жилых домах и на промышленных предприятиях. В 1923 г. при Токийском землетрясении в панике и пожарах погибли десятки тысяч человек. Землетрясение случилось в полдень, когда в большинстве домов готовились к обеду. Почти тотчас во многих местах Токио возникли пожары. Вначале они были небольшими, но потом распространились, и справиться с ними было трудно, т. к. все противопожарное оборудование было повреждено землетрясением.

Вторичные бедствия землетрясений вполне предсказуемы и могут быть предупреждены. Для этого необходим детальный анализ возможных природных угроз, изучение геологической обстановки в районе населенных пунктов или предполагаемого их размещения. При застройке местности необходимо учитывать устойчивость горных склонов и разновысотных элементов рельефа, стараться рационально использовать жилые кварталы, чтобы их взаимное расположение при возникновении землетрясения не вызывало трудностей для доступа к ним пожарно-спасательных отрядов.

В связи с этим полезно обратить внимание на зарубежный опыт. Так, в совместном проекте The Golden Guardian («Золотой страж») Геологической службы США и Геологической службы Калифорнии в ноябре 2008 г. был разыгран сценарий землетрясения с магнитудой 7,8 баллов по шкале Рихтера в восьми графствах Калифорнии: Империял, Керн, Лос-Анджелес, Ориндж, Риверсайд, Сан-Бернардино, Сан-Диего и Вентура. Этот проект был нацелен на изучение последствий землетрясений, оптимизацию средств их ликвидации и проверку готовности служб спасения. Учения позволили определить те сферы, где потери могут оказаться существенными.

Согласно сценарию землетрясение произошло в 10 ч утра 13 ноября 2008 г., разрушило 600 тыс. строений, оставив десятки тысяч жителей без крова. «Погибло» более 1800 человек, 50 тыс. «получили ранения» различной степени тяжести, 750 из них потребовалась срочная медицинская помощь. Общий ущерб от землетрясения «составил» 200 млрд долларов, из которых 33 пришлось на жилой сектор, а 50 на экономическую деятельность штата. При этом экономическая активность «снизилась» не только из-за биржевых потерь, но и из-за отсутствия электричества, газа и воды.

Основные потери распределились по нескольким категориям:

- убытки в строительной сфере;
- не связанные с несущими строительными конструкциями повреждения;
- угроза инфраструктуре и возможностям выживания;
- потери от пожаров.

Выяснилось, что в случае возникновения настоящего землетрясения основная часть разрушений придется на старые дома, а также неармированные конструкции и железобетонные здания, которые уже не возводятся из-за несоответствия новым строительным нормам, но и не модернизируются. Эти спроектированные до 1994 г. строения расположены в урбанизированных областях Лос-Анджелеса, Оринджа, Риверсайда и Сан-Бернардино. В дальнейшем жителям таких домов разъяснили, что они проживают в наиболее опасных зонах и должны в течение краткого времени сменить место жительства на более безопасные жилые помещения либо провести ремонтные работы по установке соответствующих демпферных устройств [3].

Не связанные с несущими строительными конструкциями повреждения затронули внутренние перегородки системы водо- и газоснабжения, кондиционирование воздуха, электропроводку и спутниковые антенны. Как оказалось, убытки от них сопоставимы с ущербом от повреждения несущих конструкций зданий и нуждаются в оптимизации защиты. Так, если вовремя не произвести замену труб водопроводов и канализации, то на их ремонт может уйти до полугода, а стоимость починки обойдется штату Калифорния в 1 млрд долларов. Там, где модернизация дорог проходила медленно, «произошли» наибольшие повреждения транспортной инфраструктуры. Это осложнило оказание гуманитарной и медицинской помощи пострадавшему населению, а на восстановление дорог потребовалось около 5 млрд долларов. Здания с деревянными каркасами удовлетворительно «перенесли» подземный удар с меньшим количеством повреждений. Однако были «разрушены» старые дома без фундамента и здания на первых этажах которых имелся гараж или широкое окно, сделанное без применения арматуры, а также сооружения, при возведении которых не соблюдались принятые строительные нормы и правила. В районах с плотной застройкой из деревянных зданий возникли «пожары». До 1600 возгораний, причем 1200 из них высокой категории сложности. Распространению пожаров способствовали повреждения систем водоснабжения и транспортные заторы на дорогах. Учения показали, что число жертв сократится, если население будет обучено правилам поведения во время чрезвычайных ситуаций. После рекордного по числу ураганов сезона 2005 г. в США был взят на вооружение подход «Помоги себе сам».

Основная часть

Проведенный анализ пожаров выявил, что основным путем распространения пожаров в многоэтажных домах являются деформационные швы. В частности, так распространялся пожар, возникший в 24-этажном здании Гринфилд-тауэр в Лондоне, в результате которого погибло более 90 человек и более 100 человек были ранены. Быстрое распространение пожаров в многоэтажных зданиях и сооружениях обусловлено тем, что деформационные швы не защищены в требуемой степени. Более того, отсутствует анализ и учет распространения огня через эти швы.

От любого земного толчка, обладающего повышенной степенью потенциальной энергии по шкале Рихтера, разрушаются печи, падают осветительные и обогревательные приборы, замыкаются электропровода. Особенно опасно образование искр от ударов или коротких замыканий в нефтегазохранилищах, хлопкозаводах. Пожары возникают в результате повышенной плотности постройки города, нарушения или отсутствия системы тушения пожаров, большого количества недоработок конструкций зданий, паники и беспокойства, возникающего у населения, неблагоприятных условий погоды и времени суток.

Оценка последствий землетрясений в крупных городах мира в последние годы позволила установить, что число жертв среди населения и размеры материального ущерба могут быть значительно сокращены, если заблаговременно производить оценку риска в наиболее заселенных людьми районах, предусматривать укрепление существующих и разработку новых конструкций и технологий возведения сейсмостойких зданий и сооружений.

Для того чтобы не повторить трагедию, подобную той, которая произошла из-за землетрясения в 1906 г. в Сан-Франциско, в таких развитых странах, как США, Япония, Китай, Филиппины и др., в настоящее время просчитаны потенциальные оценки потерь от будущих землетрясений для различных крупных городов, разрабатываются соответствующие меры по снижению сейсмического риска. Число жертв от таких землетрясений может составить от 2 до 100 тыс. человек (в зависимости от времени суток и устойчивости сооружений), материальный ущерб из-за разрушения зданий и уничтожения имущества может составить не менее 60 млрд долларов США. Указанный ущерб не смогут возместить никакие страховые компании, а повторение землетрясений, подобных 1923 г. в Токио, по данным расчета Национального агентства Японии, приведет к общему экономическому ущербу, равному 1800 млрд

долларов, и его последствия, несомненно, будут оказывать негативное воздействие на темпы роста мировой экономики [4].

В настоящее время установлено, что источниками пожаров при сильных землетрясениях могут быть выходящие из образовавшихся трещин при сотрясениях почвы горючие газы, например водород. Так было во время Лиссабонского землетрясения 1 ноября 1755 г. Немецкий ученый А. Гумбольдт в пятом томе своего «Космоса» (1858) писал по поводу возникновения пожара в Лиссабоне следующее: «Во время сильного землетрясения, разрушившего Лиссабон 1 ноября 1755 г., можно было видеть, как столб огня и дыма вырывался в окрестности города из вновь образовавшейся трещины в скале Алвидрас». Пожары почти всегда возникают после разрушительных землетрясений, но не всегда они бывают обширными, как, например, в Базеле (1356), Лиссабоне (1356), Токио и Йокогаме (1923), Сан-Франциско (1906), Мессине (1908) и др. На масштабы потерь от пожаров, возникающих в результате землетрясений, влияют 3 фактора: число возникших первоначальных пожаров, потенциальная сила пожаров, наличие свободного поля для распространения пожара.

Для эффективного действия пожарных служб во время пожара необходимы людские ресурсы, оборудование и обязательное наличие воды. Именно наличие воды играет главную роль в деле пожаротушения, предотвращения распространения инфекционных заболеваний и др. Одной из важных особенностей сильных землетрясений является трудность водоснабжения населения из-за полного разрушения большинства трубопроводов, что парализует деятельность пожарных дружин. Так было в Тянь-Шане (Китай, 1976), где во время землетрясения разрушились почти все жилые (96 %) и промышленные (90 %) здания, мосты, опрокинулись железнодорожные вагоны, полностью вышли из строя инженерные коммуникации города, разорвались трубы, водные плотины. Из-за разрушения водных сооружений города начались массовые инфекционные заболевания: погибло около 1 млн человек из трехмиллионного населения города.

Причиной пожара может быть поврежденное вследствие нарушения производственных процессов оборудование промышленных зданий. К этой категории следует отнести пожары на огнеопасных производствах, складах горючих материалов и местах их продажи. Так было 16 июня 1964 г. в японском городе Ниигата: огромные резервуары с 400 000 т горючего превратились в ревуший факел, полыхавший двое суток. Все 8 электростанций вышли из строя. Убытки составили 35 млрд иен или 800 млн долларов.

При разрушении зданий серьезную опасность представляют повреждения газовой сети и электропроводок. Возникновение пожаров от замыкания электропроводов имело место, например, во время Карпатского землетрясения 10 ноября 1940 г.

Пожары, возникающие во время землетрясений, можно разделить на две категории:

– первичные пожары, возникающие от повреждения частей здания, оборудования, предметов обихода, повреждения газовых сетей и электропроводки, нарушения производственного процесса в огнеопасном производстве, и др.;

– вторичные пожары, возникающие вследствие распространения огня от соседнего горящего здания. Таким пожарам способствуют повышенная плотность постройки города, нарушение правил и даже отсутствие средств пожаротушения, наличие значительной доли горючих материалов в конструкциях зданий, неблагоприятные погодные условия и др.

Почти у половины всех поврежденных зданий отмечается разрушение несущих капитальных стен, простенков и каменных столбов. При этом наблюдается появление большого количества косых трещин с наклоном 30–60° к горизонту, косых пересекающихся и горизонтальных разломов на различной высоте и пересекающих горизонтальные швы кладки по всей площади элемента (сплошной стены, простенков и т. д.). Косые трещины образуются главным образом по горизонтальным и вертикальным швам кладки, но во многих случаях проходят и по кирпичу. При этом в зданиях наблюдаются повреждения, относящиеся к I группе. Однако связи между стенами перпендикулярного направления остаются ненарушенными или ограничиваются только местными повреждениями.

Данную степень повреждения можно охарактеризовать как потерю несущей способности стен и простенков при сохранности общей конструктивной схемы здания. В таком состоянии оказываются многие здания старой постройки различной этажности. В многоэтажных жилых зданиях разрушаются главным образом два верхних этажа, но имеются случаи преобладающего разрушения и нижних этажей. В двухэтажных зданиях очень часто повреждаются оба этажа. При преобладающем повреждении верхних этажей (нижние сохраняются в удовлетворительном состоянии) необходимо произвести проверочный расчет нижних этажей для определения прочности конструкций при последующих землетрясениях. В этом случае восстановительные работы достаточно производить в верхних этажах, в противном случае придется усиливать конструкцию всех этажей.

Около четверти зданий кроме описанных повреждений имеют еще трещины отрыва стен от взаимно-перпендикулярного направления в пересечении наружных продольных и торцовых стен между собой и внутренними стенами. Это явление наблюдалось в основном в одноэтажных зданиях, возведенных без учета современных норм сейсмостойкого строительства, и в некоторых многоэтажных зданиях более старой постройки. Данное состояние определяется как потеря несущей способности и нарушение общей конструктивной схемы здания.

В некоторых случаях при отрыве наружных стен происходило значительное отклонение от вертикали и отдельные стены падали. Здания, находящиеся в таком состоянии, считались полностью разрушенными и, как правило, подлежали сносу.

Это было характерно для одноэтажных зданий из сырцового кирпича. В многоэтажных зданиях данная степень разрушения встречалась как исключение, разрушались лишь отдельные помещения на верхних этажах. Нередко в плане в аварийном состоянии находились лишь отдельные помещения или небольшие участки здания. В этих случаях частично разбирали стены таких помещений и их перекладывали, заново связывая с существующими стенами. В результате техническое состояние здания менялось и из исправного состояния (I степень) строительной конструкции оно переходило в класс работоспособного состояния (II – степень), при котором некоторые из численно оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта, норм и стандартов, но имеющиеся нарушения требований, например по деформативности, а в железобетоне и по трещиностойкости, в данных конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и несущая способность конструкций, с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений, обеспечивается. Либо техническое состояние здание переходило в III степень, когда оно обретало ограниченно работоспособное состояние, при котором имеются дефекты и повреждения строительной конструкции, приведшие к некоторому снижению несущей способности, однако отсутствует опасность внезапного разрушения и функционирование конструкции возможно при контроле ее состояния, продолжительности и условий эксплуатации. Здания, получившие повреждения первой категории, восстанавливались обычными методами. Во всех случаях наиболее уязвимые элементы архитектурной отделки внутри помещения полностью разбирались и заменялись упрощенными деталями в соответствии с требованиями сейсмостойкости [5].

Заключение

Таким образом, чтобы предотвратить распространение пожаров от землетрясений до наступления тектонических событий и во время землетрясения, необходимо запланировать проведение профилактических мероприятий, что значительно облегчает деятельность специальных отделений по пожаротушению при проведении ими действий по реализации тактических мероприятий. Профилактические мероприятия требуют проведения сплошной технической проверки жилищного фонда на выявление зданий, имеющих ограниченно работоспособное (III степень) недопустимое (IV степень) и аварийное состояние (V степень).

Наряду с проверкой технического состояния зданий следует в обязательном порядке обращать внимание на состояние пожарной безопасности здания и сооружения, соответствия условий данного сооружения требованиям пожарной безопасности, включая составление виртуальной схемы сейсмо- и пожарной опасности зданий и сооружений населенного пункта, которая будет демонстрировать наиболее опасные зоны населенного пункта, где может произойти наибольшее количество пожаров. При этом особое внимание следует обращать на плотную планировку зданий, которые могут вызвать многочисленные завалы и станут наиболее опасны во время землетрясения.

Также следует подвергнуть технической проверке систему электро-, газо- и нефтеснабжения путем обследования трубопроводов и оценки их технического состояния на предмет выявления возможных технических аварий, которые могут быть чреватые взрывами и пожарами, включая также проверку технического состояния водопроводных трубопроводов.

Система связи и транспортной инфраструктуры также подлежит техническому обследованию с учетом возможных нарушений в этой сфере для принятия мер по приведению их в технически работоспособное состояние.

Все эти данные следует использовать при организации и проведении учений, связанных с инсценировкой землетрясения и пожаров, которые могут при этом возникнуть. По результатам учения наряду с учетом возможного ущерба следует обратить внимание на усиленные возможности спасения людей при чрезвычайной ситуации.

Комплекс мероприятий, направленный на предотвращение пожаров до и во время землетрясений, должен включать как предусмотренные планом профилактические мероприятия, так и заметное облегчение тактических действий подразделений, занимающихся тушением пожаров. К основным видам мероприятий в развитии градостроения следует отнести:

- снижение плотности застроек;
- увеличение разрывов между кварталами;
- создание широких проездов и полос зеленых насаждений;
- построение сети водных каналов;
- оснащение каждого квартала искусственными открытыми бассейнами, пригодными для нормальной жизнедеятельности проживающего в этих кварталах населения, а при экстремальных и кризисных ситуациях для бесперебойного снабжения водой пожарных машин;
- применение при застройке зданий и сооружений трудно горючих или негорючих материалов;
- обеспечение средствами пожаротушения сообразно действующим нормам и правилам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг, Я.М. Совершенствование антисейсмического проектирования и строительства: обзорно-аналитический доклад / Я.М. Айзенберг. – М.: ВНИИТПИ, 2006. – 111 с.
2. Баласанян, С.Ю. Сейсмическая защита и ее организация / С.Ю. Баласанян, С.Н. Назаретян, В.С. Амирбекян. – Гюмри: Эльдорадо, 2004. – 436 с.
3. Зеленский, Г.А. Демпфирование колебаний зданий с гравитационной сейсмоизоляцией на кинематических фундаментах / Г.А. Зеленский, А.С. Катен-Ярцев, В.В. Назин // Сейсмостойкое строительство: реф. сб. / ЦИНИС. Сер. 14. – 1977. – Вып. 2. – С. 27–33.
4. Саркисов, Д.Ю. Сейсмостойкость зданий и сооружений: курс лекций / Д.Ю. Саркисов. – Томск: ТГАСУ, 2015. – 156 с.
5. Колесников П.П. Нормативное регулирование огнезащиты конструкций, изделий и материалов в свете «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» // Пожаровзрывобезопасность. – 2009. – Т. 18, № 8. – С. 38–45.

Анализ факторов пожара при землетрясениях

Analysis of fire factors at earthquakes

Маджидов Ином Уришевич

доктор технических наук, профессор

Министерство высшего и среднего
специального образования Республики
Узбекистан, министр

Адрес: ул. Чимбай-2, 96,
100095, г. Ташкент, Узбекистан

e-mail: edu@exat.uz

Inom U. Madzhidov

Grand PhD in Technical Sciences, Professor

Ministry of Higher and Secondary Special
Education of the Republic of Uzbekistan,
Minister

Address: ul. Chimbay-2, 96,
100095, Tashkent, Uzbekistan

e-mail: edu@exat.uz

Кулдашев Абдулла Хамидуллаевич

Министерство по чрезвычайным ситуациям
Республики Узбекистан,
первый заместитель министра

Адрес: ул. Кичик халка йули, 4,
100084, г. Ташкент, Узбекистан

Abdulla H. Kuldashev

Ministry of Emergency Situations
of the Republic of Uzbekistan,
First Deputy Minister

Address: ul. Kichik khalka yuli, 4,
100084, Tashkent, Uzbekistan

Ибрагимов Бахром Тошмуратович

доктор технических наук

Академия Министерства по чрезвычайным
ситуациям Республики Узбекистан,
кафедра инженерной защиты населения
и территорий, начальник кафедры

Адрес: ул. Дустлик, 5,
100102, г. Ташкент, Узбекистан
e-mail: ibragimovbahrom2020@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4253-5199

Bahrom T. Ibragimov

Grand PhD in Technical Sciences

Academy of the Ministry of Emergency
Situations of the Republic of Uzbekistan,
Chair of Engineering Protection of the Population
and Territories, Head of the Chair

Address: ul. Dustlik, 5,
100102, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: ibragimovbahrom2020@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4253-5199

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-3.297>

ANALYSIS OF FIRE FACTORS AT EARTHQUAKES

Madzhidov I.U., Kuldashev A.H., Ibragimov B.T.

Purpose. Identification of the most dangerous zones for life and health of the population in areas subject to earthquakes, clarification of appropriate measures to save people and eliminate fires.

Methods. Comparative, analytical and heuristic methods for the analysis of fires during earthquakes were applied, taking into account the technical condition of buildings. The foreign experience of eliminating the effects of earthquakes and secondary fires has been used.

Findings. The features of fires that occur during various destruction of buildings due to earthquakes and natural disasters are revealed, which allow to determine the tasks and goals of rescue units in the destruction zones. The factors contributing to the occurrence and spread of such fires are clarified. A set of measures is proposed aimed at preventing fires before and during an earthquake.

Application field of research. The results of the research can be applied when conducting exercises related to the earthquake and resulted fires to develop the interaction of fire and rescue units with the population as well as propagating life safety rules for developing sustainable survival skills in earthquakes and fires in the population.

Keywords: fires, earthquakes, spreading reasons, destruction, danger, disaster, factor, cause, impact assessment.

(The date of submitting: May 21, 2019)

REFERENCE

1. Ayzenberg Ya. M. *Sovershenstvovanie antiseismicheskogo proektirovaniya i stroitel'stva* [Improvement of anti-seismic design and construction]: overview and analytical report. Moscow: VNIITPI (All-Union Scientific Research Institute of Information on Construction and Architecture), 2006. 111 p. (rus)
2. Balasanyan S.Yu., Nazaretyan S.N., Amirbekyan V.S. *Seismicheskaya zashchita i ee organizatsiya* [Seismic protection and its organization]. Gyumri: El'dorado, 2004. 436 p. (rus)
3. Zelenskiy G.A., Katen-Yartsev A.S., Nazin V.V. *Dempfirovaniye kolebaniy zdaniy s gravitatsionnoy seismoizolyatsiey na kinematicheskikh fundamentakh* [Damping of vibrations of buildings with gravitational seismic isolation on kinematic foundations]. *Seysmostoykoe stroitel'stvo: ref. collection. CINIS* (Central Institute for Scientific Information on Construction). Ser. 14. 1977. Iss. 2. Pp. 27–33. (rus)
4. Sarkisov D.Yu. *Seysmostoykost' zdaniy i sooruzheniy* [Seismic resistance of buildings and structures]: lecture course. Tomsk: Tomsk state university of architecture and building, 2015. 156 p. (rus)
5. Kolesnikov P.P. *Normativnoe regulirovaniye ognezashchity konstruktsiy, izdeliy i materialov v svete «Tekhnicheskogo reglamenta o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti»* [Normative regulation of fire protection of structures, products and materials in the light of the «Technical regulations on fire safety requirements»]. *Fire and Explosion Safety*, 2009. Vol. 18, No. 8. Pp. 38–45. (rus)