

УДК 72.03

Мустакимов Валерий Раифович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: Mustakimovvr@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д.1

Мустакимов Альберт Валерьевич

архитектор

E-mail: architectus@mail.ru

ПСО «ФОРС»

Адрес организации: 420044, Россия, г. Казань, ул. Волгоградская, д. 43

Комплексная защита уникальных зданий и сооружений от террористических атак конструктивно-технологическими средствами

Аннотация

Постановка задачи. Целью исследования является установление уровня эффективности, целесообразности и необходимости комплексной защиты и спасения людей при террористических актах, на фоне накопленного мирового опыта, интенсивного развития современной инфраструктуры и повышенных нормативных требований к охране людей и надёжной защите уникальных зданий и сооружений.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в том, что научно обоснованная и практически опробованная система комплексной защиты уникальных зданий и сооружений при террористических актах, позволит существенно повысить уровень нормального функционирования уникальных объектов и обеспечить безопасность жизнедеятельности населения.

Выводы. Значимость полученных результатов для градостроительной и архитектурно-строительной сферы, в результате выработки комплексной защиты уникальных зданий и сооружений при террористических актах состоит в: повышении степени защиты городской территории от террористических актов на уникальные объекты; обеспечении безопасной жизнедеятельности людей, находящихся в зонах охраны от внешних воздействий; использовании специального защитного объёмного блока (СЗОБ) для спасения и сохранения жизни людей, не успевших покинуть зону обрушения здания; создании и обеспечении условий по сохранению и поддержанию требований охраны окружающей среды с постоянно функционирующей инфраструктурой города.

Ключевые слова: уникальное здание, высотное здание, небоскрёб, землескрёб, консоль, остов, антитеррористическая защита, жизнедеятельность, обрушение, специальный защитный объёмный блок (СЗОБ), тепло-огнезащита, пожаротушение.

Для цитирования: Мустакимов В. Р., Мустакимов А. В. Комплексная защита уникальных зданий и сооружений от террористических атак конструктивно-технологическими средствами // Известия КГАСУ. 2021. № 1 (55). С. 118–126. DOI: 10.52409/20731523_2021_1_118.

1. Введение

Обзор и анализ отечественного и мирового опыта развития современного гражданского и промышленного строительства, на рубеже XX-XXI веков, позволяет констатировать о существенном увеличении числа проектируемых, возведённых и эксплуатируемых объектов, имеющих статус уникальных зданий и сооружений. Вместе с тем, существующие в обществе всего земного шара социальные противоречия межконфессионального, расового, религиозного, политического и экономического характера оказывают влияние на принятие архитектурно-строительных решений.

Такие противоречия проявляются в асоциальной форме, получившей название – терроризм против человечности. Терроризм как понятие и его правовой режим контртеррористических операций в контексте его влияния на безопасность людей в зданиях различного функционального назначения и уровня ответственности изложено в

работах [1-3]. Поэтому, вопросы рационального решения противоречий социального характера, влияющих на безопасность жизнедеятельности людей в уникальных зданиях, с использованием комплекса современных архитектурно-строительных и технических средств, является актуальными.

При проектировании уникальных зданий и сооружений, а также их безопасной эксплуатации в современной отечественной и зарубежной архитектурно-строительной практике разработан целый комплекс антитеррористических, защитных объёмно-планировочных, архитектурных и конструктивных нормативных мероприятий. Запатентованы средства спасения людей при помощи (СЗОБ). В Российской Федерации, основным руководящим документом, регламентирующим перечень и классификацию уникальных зданий и сооружений, является часть 2, статья 48.1 градостроительного кодекса РФ. По каждому из наименований уникальных зданий или сооружений составлена и применяется отечественная нормативная база, включая: СП 267.1325800.2016; СП 394.1325800.2018; СП 401.1325800.2018; СП 304.1325800.2017; СП 248.1325800.2016.

На основании расчётно-теоретических и экспериментально-практических исследований отечественных учёных, включая переводные издания [4-9] и зарубежных изданий [10-13], а также в соответствии с требованиями отечественной нормативной базы, уже на стадии проектирования объектов, обладающих статусом уникальные здания и сооружения, предусматривается комплекс инженерно-технических мероприятий по обеспечению необходимой прочности, устойчивости и несущей способности остовов сооружений, включая, антитеррористическую защиту объектов современными средствами архитектурно-строительной науки.

Исследованиям в области усовершенствования градостроительства современных городов с учётом многообразия их застройки зданиями разной этажности и сочетания высотных объектов с существующей городской средой, посвящены работы учёных КГАСУ [14]. Исследуются и разрабатываются методы расчёта деформации дисперсной среды с учётом проявления её реологических свойств, а также изменения механических свойств от давления [15].

Целью исследования является установление уровня эффективности, целесообразности и необходимости комплексной защиты и спасения людей при террористических актах, на фоне накопленного мирового опыта, интенсивного развития современной инфраструктуры и повышенных нормативных требований к охране людей и надёжной защите уникальных зданий и сооружений.

Задачами исследований является: усовершенствование системы нормативной документации; ограничение доступа в здания, при помощи организации системы «чипования» посетителей и исключения несанкционированного проникновения злоумышленников в охраняемые зоны, а также использования запатентованного способа спасения людей при помощи специальных защитных объёмных блоков (СЗОБ). Для решения глобальных задач современного общества по защите уникальных объектов и спасению людей необходим комплексный подход с глубоким исследованием накопившихся проблем в других областях всеобщей науки, включая: образовательно-воспитательную, социально-экономическую, религиозно-конфессиональную и другие, функционально взаимно зависимые системы. На стадии проектирования, задачей является модернизация конструктивных систем несущих остовов уникальных зданий и сооружений (расчёт на прогрессирующее обрушение), позволяющая перераспределять концентрацию усилий и напряжений в конструкциях при потере несущей способности части из них.

2. Материалы и методы

В процессе проведения исследования последствий террористических атак на здания и сооружения, были использованы методы теоретического анализа совершенных актов агрессии по отношению к функционирующим объектам с нарушением их эксплуатационной пригодности или полного обрушения и гибелью людей. Визуальное изучение и лабораторные исследования по результатам технического обследования обломков, обрушенных после теракта несущих и ограждающих конструкций остова уникальных зданий, проводятся с целью получения достоверных сведений для выявления

проблем и постановки задачи. При исследовании проблемы антитеррористической защиты объектов недвижимости использованы фотографии и видеозаписи, полученные авторами в процессе поиска и теоретических исследований, а также проектно-изыскательские материалы из архивного фонда проектных организаций Татарстана и РФ.

Материалы и метод проведения одного из исследований террористической атаки с воздуха на уникальные здания, на примере двух 110-этажных небоскрёбов всемирного торгового центра (ВТЦ), совершенного 11 сентября 2001 г., приведены на (рис. 1).



а)

б)

Рис. 1. Террористическая атака с воздуха небоскрёбов ВТЦ 11.09.2001 г. в Нью-Йорке (США) и последствия этих событий:

- а) языки пламени огня пожара, в очаге пожара, температура $t = +900 \dots +1000^{\circ}\text{C}$ и более, воздействующей на стальной остов без тепло-огнезащиты;
- б) следы нарушения целостности ажурных конструкций защитного ограждения фасада, со следами контуров пассажирского авиалайнера Boeing 767-223 ER 11 American Airlines (источник: https://novostipmr.com/sites/default/files/filefield_paths/1440572787_bliz.jpg)

3. Результаты

Простое отгораживание от непредсказуемых террористических воздействий на здания и сооружения – недостаточно. По мнению автора, проблему предотвращения террористических атак следует решать комплексными мерами.

Результаты научно-теоретических исследований, основанные на передовом отечественном и зарубежном опыте современных методов расчёта, проектирования, возведения, безопасной эксплуатации и комплексной антитеррористической защиты высотных зданий и небоскрёбов, приведены в работе автора «Антитеррористическая защита и спасение людей высотных зданий архитектурно-строительными средствами. International United Academy of Sciences. General question of world science. Collection of scientific papers on materials VIII International Scientific Conference. 31. 07. 2019. Part 1. Amsterdam 2019. Section IV. Architecture, p. 32–43.

Установлено, что столь быстрое обрушение атакованных небоскрёбов ВТЦ в США, произошло потому, что вопросы обеспечения надёжной огневой и тепловой защиты стальных конструкций несущего и ограждающего остова не были решены на должном уровне, что привело к трагедии. В отечественной практике высотного строительства, степень огнестойкости, огневая защита и пожаробезопасность несущих остовов, выполняемые из стальных, железобетонных и комбинированных конструкций однозначно регламентируются отечественными СП 4.13139.2013. Этим нормативным документом ограничена предельно допустимая величина температурного воздействия $t \leq +500^{\circ}\text{C}$ на стальной каркас остова. Это вызвано тем, что при превышении температуры $t \geq +500^{\circ}\text{C}$ в зоне влияния на металлические конструкции, происходит нарушение структуры стали, и как следствие, снижение несущей способности конструктивных элементов.

Надёжной тепло-огнезащитой стальных конструкций, является система формирования и создания тепло-огнезащитного экрана из негорючего теплозащитного и облицовочного материала, на всей боковой поверхности защищаемой конструкции. В соответствии с нормативными требованиями СП 4.13139.2013, МГСН4.19-2005, МГСН

4.04-94, МГСН 4.16-98 такой защитный экран должен в течение от 2 до 3 часов, при предельной температуре $t \geq +500^{\circ}\text{C}$ обеспечивать несущую способность стальных конструкций здания. Классифицируется два способа тепло-огнезащиты: конструктивный способ и покрытие из вспучивающейся покраски. Конструктивная защита, это покрытие с применением минераловатных плит, кирпича, бетона, набрызга раствора. Покрытие из вспучивающейся покраски, это нанесение слоёв на поверхность защищаемой конструкции. При нагревании на поверхности конструкции образуется тепло-огнезащитный слой, получивший название – пенококс.

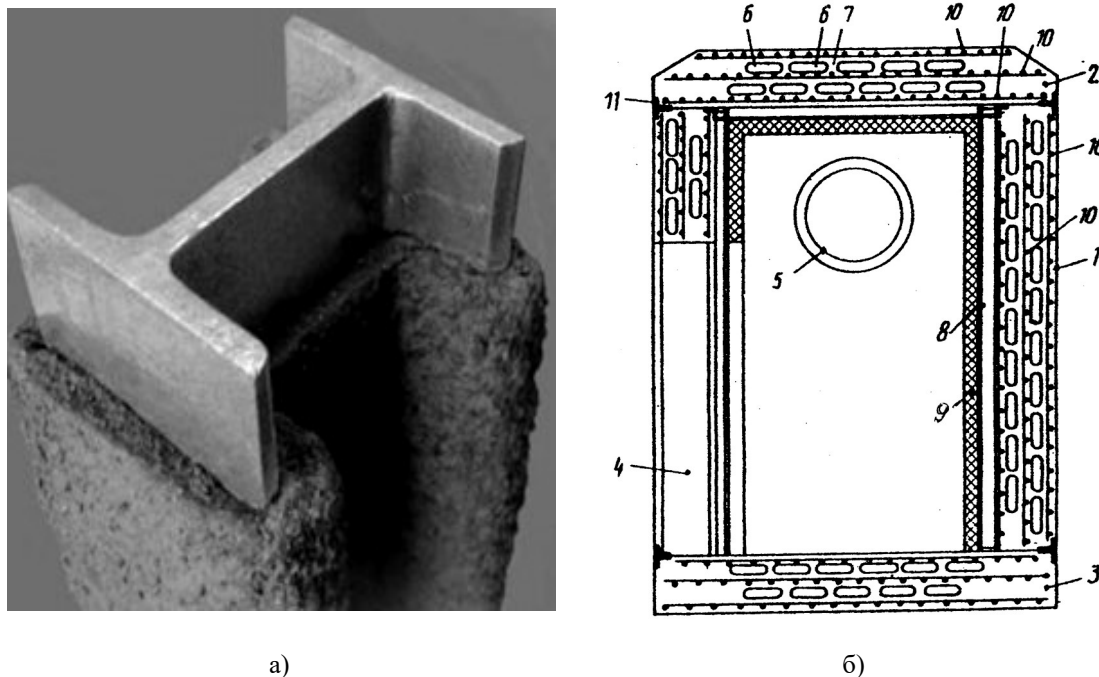


Рис. 2. Средства защиты стального остова уникальных зданий и способ спасения людей при ЧС:
а) тепло-огнезащита стальных конструкций несущего и ограждающего остова уникальных зданий и сооружений с учётом требованиями отечественных СП, МГСН, ТСН и ГОСТ, назначаемая из условий R180 и CO;

б) средство спасения людей с использованием технологических приёмов, при помощи специального защитного объёмного блока (СЗОВ):

1 – стены; 2 – перекрытие; 3 – железобетонное основание; 4 – дверной проем;

5 – аварийный оконный проем; 6 – воздушные пустоты; 7 – ребра;

8 – упругая демпфирующая сетка; 9 – мягкая обивка внутренней поверхности объёмного блока;

10 – арматурная сетка; 11 – закладные детали

(а) <https://fire-truck.ru/wp-content/uploads/2017/08/Pokryitie-metallicheskoj-konstruktsii.jpg>;

б) иллюстрация автора – пат. 2047717 [8])

Для защиты высотных зданий и небоскрёбов от террористических атак с воздуха практикуется применение различных защитно-ограждающих систем. Функциональность таких систем обеспечивается за счёт изготовления их ажурных конструкций из высокопрочных и долговечных материалов. Декоративно-ограждающие системы надёжно крепятся к конструкциям остова с наружной стороны фасадов, обеспечивая стационарную защиту зданий с воздуха от внешних воздействий природно-климатического, техногенного происхождения и террористических атак. Обеспечивается условие того, что наружная облицовка и защита не должна быть хрупкой, осыпаться и распадаться на осколки при внешнем воздействии или взрыве. Усиленные конструктивные системы ажурных фасадов проектируются с учётом лёгкой доступности при ремонте и сквозного визуального контроля. Для визуальной «проницаемости» используются колонны круглого поперечного сечения, вместо квадратных, так как имеют наименьший наружный периметр. В объёмно-планировочных решениях используются плавные и скруглённые повороты.

Весь комплекс современной защиты уникальных объектов от террористических атак конструктивно-технологическими средствами, подразделяется на несколько уровней защиты. Отдельные практикуемые средства антитеррористической защиты объектов и спасения людей при ЧС, приведены на (рис. 2).

Характерным примером практической реализации декоративно-ограждающей системы является здание небоскрёба The Shard, возведённый в Лондоне, именуемый «Стеклянный небоскрёб». Утверждается, что здание с таким декоративным ограждением обеспечит надёжную защиту с воздуха даже при столкновении с авиалайнером, включая другие внешние воздействия с воздуха. Высказывается авторитетное мнение специалистов, со ссылкой на трагедию 11 сентября в США, что все современные небоскрёбы должны проектироваться с надёжной декоративно-ограждающей системой фасадов.

Привлекающим внимание примером защиты фасадов уникальных зданий, следует считать опыт специалистов архитектурной фирмы Ministry of Design, которые использовали декоративно-ограждающую систему со «слоистым» фасадом на офисном здании 100PP, возведённым в промышленном районе Сингапура. Особенностью этого принципа защиты фасадов является то, что декоративно-ограждающая система представляет собой многослойное ажурное ограждение, отдельные элементы которого расположены на расчётном удалении друг от друга. Такая конструкция системы ограждения является надёжным препятствием для восприятия взрывной волны и атаки.

Наряду с практическими мерами по реализации антитеррористической защиты уникальных зданий и сооружений, в комплексе задействовано и расчётно-теоретическое моделирование процесса возможной атаки на уникальный объект с выходом из строя отдельных конструкций несущего остова. Результатом такого моделирования, с использованием расчётно-динамической модели (РДМ), является установление изменения напряжённо-деформированного состояния (НДС) в несущих и ограждающих конструкциях. На основании расчётно-теоретического моделирования, предпринимаются конструктивные мероприятия по исключению прогрессирующего обрушения (progressive collapse) отдельных конструкций и всего здания в целом (СТО-008-02495342-2009). В отечественной проектной практике для расчётного моделирования используются различные программные комплексы, включая: Лира, Микро FE, SCAD, STARK-ES, и др.

При расчётно-теоретическом моделировании, в качестве наиболее уязвимой при возможной потере несущей способности конструкции остова, принимается одна или несколько максимально нагруженных колонн нижнего этажа. Это условие предельно достоверно позволяет учесть фактическое перераспределение усилий в несущих элементах остова и предусмотреть соответствующие инженерно-усилительные мероприятия по сохранению общей устойчивости здания, подвергнутого террористической атаки. По мнению автора, атакованные с воздуха башни-близнецы ВТЦ на уровне верхних этажей, даже с относительно небольшими нагрузками на незащищённые тепло-огнезащитой, стальные конструкции остова, не способны были предотвратить прогрессирующее обрушение, как отдельных несущих конструктивных элементов, так и всего остова в целом.

При обрушении зданий и сооружений, вызванного различными причинами природно-климатического или техногенного происхождения, а также в результате террористической атаки, люди, не успевающие покинуть обрушающиеся объекты, как правило, гибнут под обломками зданий. Кроме того, попытки оперативного и безопасного спасения и извлечения пострадавших из под обломков обрушенных зданий, при помощи всех имеющихся средств МЧС РФ не всегда оканчивается успешно, без нанесения дополнительных травм спасаемым. С целью решения этой проблемы, группой специалистов с участием автора, предложен и запатентован вариант специального защитного объёмного блока (СЗОБ).

Идея спасения людей при помощи СЗОБ состоит в том, что при проектировании, строительстве или реновации зданий, предусматривается размещение или формирование в составе существующего объёмно-планировочного решения, жёстких объёмных блоков на каждом этаже в квартирах, офисах и прочих помещениях. При возникновении опасности обрушения, люди, не успевающие покинуть здания, забегают в СЗОБ, блокируют двери и ждут спасателей.

Для надёжной и безопасной эксплуатации уникальных зданий и сооружений, комфортное функционирование которых, обеспечивается современной и развитой сетью внутренних и наружных водопроводных, вентиляционных и электрических коммуникаций и систем, тоже предусматривается специальная защита с целью предотвращения несанкционированного проникновения злоумышленников внутрь зданий. Защита обеспечивается за счёт: механических препятствий с запорными устройствами; звукового или светового оповещения о взломе препятствий; бесперебойного видеонаблюдения из диспетчерско-охранного пункта.

Эффективному проведению спасательных операций, при возникновении чрезвычайных ситуаций, способствует использование скоростных лифтов, предназначенных специально для пожарно-спасательных команд. Такие лифты, расположенные внутри жёсткого ядра лестнично-лифтового узла (ЛЛУ) высотных зданий и функционируют в транзитно-скоростном режиме, без остановок на промежуточных этажах в пределах «слепой зоны». Для обеспечения высокой скорости движения кабин в лифтовых шахтах, применяется система специального привода с компенсационным тросом, а также аэродинамическая кабина лифта каплевидной обтекаемой формы.

Для систематизации и упорядочивания спасательных действий при движении потоков людей в условиях экстренной эвакуации, используется правило управления лифтами с выбором этажа назначения. Это позволяет исключить скопление людей на путях эвакуации и на сознательном уровне перемещаться по заранее установленному этим правилом кратчайшем направлении к конкретным лифтам.

Противопожарная безопасность уникальных зданий и сооружений с большим скоплением людей и протяжёнными путями эвакуации, является одной из важных и сложных проблем по спасению людей и их надёжному жизнеобеспечению. Для своевременного оповещения, локализации очага возгорания и полного его устранения используется целая система специальных мер. В режиме постоянного действия применяется автоматизированная система оповещения о пожаре и управления эвакуацией (СОУЭ), регламентируемая требованиями НПБ 110-03. Для подачи огнетушащего вещества (вода, пена, порошок, газ) к месту возгорания применяются современные системы. Здания оборудуются противопожарной трубопроводной системой, которая в обычном режиме эксплуатации объекта, до момента возгорания не заполнена водой или пеной. Такая противопожарная система, заполняемая огнетушащим веществом только при необходимости, через специальные патрубки к цистернам пожарных машин, получила название «сухотрубы».

Надёжным средством защиты от пожара, является современные автоматизированные системы пожаротушения (АСП), которые срабатывают в автоматическом режиме на повышение температуры воздуха или возникновение задымления среды. Всё оборудование системы АСП располагается в здании. В зависимости от функционального назначения помещений в составе уникальных зданий, используются различные огнетушащие вещества. Там, где необходимо защитить от огня и сохранить ценное оборудование, используется порошок или газ.

4. Обсуждение

Анализ полученных результатов и сравнение их с результатами исследований других авторов, позволяет констатировать:

- наряду с эффективными, высокотехнологичными методами рационального использования земной поверхности под строительство при возведении уникальных зданий и сооружений, включая: высотные объекты, небоскрёбы, землескрёбы, здания с глубокими котлованами, здания с большими пролётами и консольными вылетами, в работах Ефимова И., Петрищева В.Е. отмечается, противоречащее разумному и цивилизованному миропониманию понятие, как терроризм и как следствие, научное направление террорология, которое должно приниматься во внимание при проектировании уникальных объектов;

- опираясь на анализ и опыт защиты зданий от террористических актов отечественных и зарубежных объектов (ВТЦ в Нью-Йорке) и исследований Асеевского А., следует обеспечивать надёжную и гарантированную антитеррористическую защиту

уникальных зданий и сооружений, в состав которой должен входить целый комплекс высоконучных мероприятий из разных областей древней и современной науки, включая: образовательную, воспитательную, социологическую, экономическую, религиозную и другие области формирования цивилизованного сознания;

- принимая во внимание накопленный практический опыт, результаты научных исследований и сравнительный анализ работ Гранкиной Д. В., Иванова Н. В., Коняхина В.О., Закиевой Н.И., Шахиева А.Д., Евлаховой Е.Ю., Карамышевой А.А., Сюй Пэйфу, Фу Сюен, Ван Цуйкунь, Сяо Цунчжэнь, проведена аналогия исследований автора прогресса в современной градостроительной, архитектурно-строительной и материаловедческой науке уникальных зданий и сооружений целенаправленно ориентированных на всеобъемлющее повышение: прочности; надёжности; устойчивости; комфортности проживания населения; безопасности жизнедеятельности; эффективной защиты населения от террористических атак и экстремальных природно-климатических воздействий; оперативного оповещения и спасения людей при чрезвычайных ситуациях;

- исходя из изученной теоретической базы и сравнительного анализа работ отечественных и зарубежных учёных и специалистов, включая Дембича А.А., Лежаву И.Г., Каюмова Р.А., Тазюкова Б.Ф., Мухамедову И.З., Zhang G., Zhang Y. и Zhou Y., установлено, что важной областью исследований в антитеррористической защите и спасении людей уникальных объектов, кроме воспитания и изменения сознания людей, считается материальная составляющая миропонимания, которая на этапе нынешнего развития современного общества, выражается в формировании и создании научно обоснованных архитектурных, объёмно-планировочных, строительных, расчётно-конструктивных и технико-технологических концепций.

5. Заключение

1. Террористические намерения злоумышленников предугадать и вовремя предотвратить пока не представляется возможным. Поэтому, для защиты уникальных объектов и спасения людей, необходимо предусматривать усовершенствование системы нормативной документации на отечественном и международном уровне с ограничением доступа в здания, при помощи организации системы «чипования» посетителей, исключения несанкционированного проникновения злоумышленников в охраняемые зоны, а также запатентованного способа спасения людей при помощи специальных защитных объёмных блоков (СЗОВ).

2. Антитеррористическую защиту уникальных объектов и спасение людей, рекомендуется осуществлять комплексно: включать образовательно-воспитательные, социально-экономические, религиозно-конфессиональные, а также архитектурно-строительные и конструктивно-технологические средства защиты и спасения людей.

3. Решение реализации комплексной защиты уникальных зданий и сооружений от террористических атак конструктивно-технологическими средствами, должна осуществляться уже на стадии разработки проектов с модернизацией конструктивных систем несущих оснований уникальных зданий и сооружений (расчёт на прогрессирующее обрушение), позволяющей перераспределять концентрацию усилий и напряжений в конструкциях при потере несущей способности части из них.

Список библиографических ссылок

1. Асеевский А. Кто организует и направляет международный терроризм. М. : Издательство политической литературы, 2019. 112 с.
2. Ефимов И. Прошлое, настоящее и будущее международного терроризма. М. : Азбука-классика, 2018. 368 с.
3. Петрищев В. Е. Что такое терроризм, или введение в террорологию. М. : Высшая школа, 2018. 200 с.
4. Алмазов В. О. Пути и методы противодействия прогрессирующему разрушению высотных зданий // Глобальная безопасность. 2006. Июнь. С. 46–49.

5. Гранкина Д. В., Иванов Н. В., Коняхин В. О. Современные конструктивные решения высотных зданий на примере строительства Лахта Центра // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4.
6. Закиева Н. И., Шахияев А. Д., Евлахова Е. Ю. Практика применения оболочковой конструктивной системы при строительстве высотных зданий // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1.
7. Карамышева А. А., Аракелян А. А., Иванов Н. В., Коняхин В. О., Гранкина Д. В. Обеспечение устойчивости высотных уникальных зданий. Архитектурно-планировочные и конструктивные решения // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4.
8. Сооружение для защиты людей в аварийной ситуации : пат. 2047717 СССР. опубл. 10.11.1995. 5 с.
9. Сюй Пэйфу, Фу Сюен, Ван Цуйкунь, Сяо Цунчжэнь. Проектирование современных высотных зданий. М. : АСВ, 2008. 469 с.
10. Karamysheva A. A., Shumeyko V. I. Rational constructional and planning concepts of high-rise buildings' stabilization // Engineering studies. Vol. 9. 2017. № 3. P. 696–702.
11. Shumeyko V. I. The support systems of unique high-rise buildings // MATEC International science conference «Smart-city». SPb. : EDP Sciences. 2017. 106 p.
12. Cynthia J. Atman. Design timelines: Concrete and sticky representations of design process expertise // Design Studies. 2019. Vol. 65. P. 125–151. DOI: 10.1016/j.destud.2019.10.004.
13. Zhang G., Zhang Y., Zhou Y. Fatigue Tests of Concrete Slabs Reinforced with Stainless Steel Bars // Advances in Materials Science and Engineering. 2018. № 1. DOI: 10.1155/2018/5451398.
14. Дембич А. А., Лежава И. Г. Казань – территория многообразия // Архитектура и строительство России. 2018. № 4 (228). С. 72–77.
15. Kayumov R. A., Tazyukov B. F., Mukhamedova I. Z. Identification of Mechanical Characteristics of a Nonlinear-Viscoelastic Composite by Results of Tests on Shells of Revolution // Mechanics of Composite Materials. 2019. Vol. 55. P. 171–180. DOI: 10.1007/s11029-019-09802-3.

Mustakimov Valery Raifovich

candidate of technical sciences, associate professor

Email: Mustakimovvr@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya St., 1

Mustakimov Al'bert Valerievich

architect

Email: architectus@mail.ru

PSO «FORCE»

The organization address: 420044, Russia, Kazan, Volgogradskaya St., 43

**Comprehensive protection of unique buildings and structures from terrorist attacks
by structural and technological means****Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to establish the level of effectiveness, expediency and necessity of comprehensive protection and rescue of people in terrorist acts, based upon the accumulated world experience, intensive development of modern infrastructure and increased regulatory requirements for the protection of people and reliable protection of unique buildings and structures.

Results. The main results of the study are that a scientifically based and practically tested system of comprehensive protection of unique buildings and structures in case of terrorist acts will significantly increase the level of normal functioning of unique structures and ensure the safety of the population.

Conclusions. We developed comprehensive protection of unique buildings and structures in terrorist acts. The significance of the results for urban and architectural and construction sectors represents the improvement of the degree of urban areas protection from terrorist acts at unique structures; life safety provision for people in the zones of protection from external influences; the use of special protective volumetric block (SPVB) for salvation and preservation of people who had not managed to leave the area of collapse of the building; the development and provision of conditions for preservation and maintenance of environmental protection requirements with constantly functioning infrastructure of the city.

Keywords: unique building, high-rise building, skyscraper, earth scraper, console, skeleton, anti-terrorist protection, life activity, collapse, special protective volumetric block (SPVB), heat and fire protection, firefighting.

For citation: Mustakimov V. R., Mustakimov A. V. Comprehensive protection of unique buildings and structures from terrorist attacks by structural and technological means // *Izvestiya KGASU*. 2021. № 1 (55). P. 118–126. DOI: 10.52409/20731523_2021_1_118.

References

1. Aseevsky A. Who organizes and directs international terrorism. M. : Izdatel'stvo politicheskoy literatury, 2019. 112 p.
2. Efimov I. Past, present and future of international terrorism. M. : Azbuka-klassika, 2018. 368 p.
3. Petrishchev V. E. What is terrorism, or introduction to terrorology. M. : Vishay shkola, 2018. 200 p.
4. Almazov V. O. Ways and methods of countering the progressive destruction of high rise buildings // *Globalnaya bezopasnost*. 2006. June. P. 46–49.
5. Grankina D. V., Ivanov N. V., Konyakhin V. O. Modern design solutions of high-rise buildings on the example of Lakhta Center construction // *Inzhenerniy vestnik Dona*. 2018. № 4.
6. Zakieva N. I., Shahiev A. D., Evlakhova E. Y. Practice of using shell structural systems in the construction of high rise buildings // *Inzhenerniy vestnik Dona*. 2019. № 1.
7. Karamysheva A. A., Arakelyan A. A., Ivanov N. V., Konyakhin V. O., Grankina D. V. Ensuring the stability of high-rise unique buildings. Architectural planning and design solutions // *Inzhenerniy vestnik Dona*. 2018. № 4.
8. Construction for the protection of people in an emergency : pat. 2047717. USSR. publ. 10.11.1995. 5 p.
9. Suyi Peifu, Fu Suen, Van Zuicune, Siao Zunjani. Design of modern high rise buildings. M. : ASB. 2008, 469 p.
10. Karamysheva A. A., Shumeyko V. I. Rational constructional and planning concepts of high-rise buildings' stabilization // *Engineering studies*. Vol. 9. 2017. № 3. P. 696–702.
11. Shumeyko V. I. The support systems of unique high-rise buildings // *MATEC International science conference «Smart-city»*. SPb. : EDP Sciences. 2017. 106 p.
12. Cynthia J. Atman. Design timelines: Concrete and sticky representations of design process expertise // *Design Studies*. 2019. Vol. 65. P. 125–151. DOI: 10.1016/j.destud.2019.10.004.
13. Zhang G., Zhang Y., Zhou Y. Fatigue Tests of Concrete Slabs Reinforced with Stainless Steel Bars // *Advances in Materials Science and Engineering*. 2018. № 1. DOI: 10.1155/2018/5451398.
14. Dembich A. A., Lezhava I. G. Kazan – the territory of diversity // *Architectura i stroitelstvo v Rossii*. 2018. № 4 (228). P. 72–77.
15. Kayumov R. A., Tazyukov B. F., Mukhamedova I. Z. Identification of Mechanical Characteristics of a Nonlinear-Viscoelastic Composite by Results of Tests on Shells of Revolution // *Mechanics of Composite Materials*. 2019. Vol. 55. P. 171–180. DOI: 10.1007/s11029-019-09802-3.