

Рубрика 1. ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТЫ

Направление – Основания и фундаменты, подземные сооружения

УДК [UDC] 699.852

DOI 10.17816/transsyst2022835-19

© А.И. Еникеев, А.С. Катикова, Г.А. Аверченко

Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого
(Санкт-Петербург, Россия)

МЕТОДЫ НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ УБЕЖИЩ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ ВОКЗАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГОРОДА МОСКВЫ

Обоснование: Безопасность государства – приоритетная задача в современных условиях. Транспортная отрасль, как одна из важнейших для обеспечения устойчивого функционирования государства, требует особого внимания. Велика значимость выработки различных научных подходов для их практического применения в обеспечении безопасности на транспорте. Вокзальные комплексы являются местами повышенного скопления людей, поэтому поддержание всех их элементов в надлежащем состоянии чрезвычайно важно.

Визуальное обследование фактического технического состояния (натурный осмотр и обмеры) конструктивных элементов (сопряжений, стыков плит перекрытий, узлов, швов) бомбоубежищ вокзальных комплексов проводится современными методами с целью выявления имеющихся дефектов, повреждений и оценки степени их влияния на безопасность, долговечность и ремонтпригодность бомбоубежища.

В статье помещено описание конструкции элементов подземных сооружений гражданской обороны, а именно: плиты перекрытия, несущие элементы бомбоубежища, внутренняя гидроизоляция, специальное инженерное оборудование. Оценивается состояние данных элементов бомбоубежища на момент обследования, дается характеристика имеющихся дефектов и повреждений. Основными дефектами являются выщелачивание бетона с оголением арматуры, трещины и сколы бетона, отсутствие современной гидроизоляции, частичное разрушение несущих конструкций.

На основании полученных результатов формулируются рекомендации по дальнейшей эксплуатации сооружения. А также предлагается комплекс мероприятий по устранению существующих нарушений и дальнейшей эксплуатации подземного сооружения. Рекомендован комплекс работ по ремонту отдельных узлов и конструкций: оклейка сооружения современными гидроизоляционными материалами, устранение мелких повреждений железобетонных конструкций, восстановление защитного слоя бетона до проектных значений.

Цель: рассмотрение методов натурального обследования бомбоубежищ, подземных сооружений и их применение; определение технического состояния сооружения; разработка рекомендаций для дальнейшей эксплуатации.

Материалы и методы: в качестве материалов и исходных данных было проанализировано убежище № 6 в г. Москве, проведена фиксация дефектов.

Был использован натурный метод как основной: сбор и анализ предварительной информации о сооружении, обмеры конструкций, визуальное освидетельствование конструкций, описаны основные дефекты, установлены причины возникновения, дан прогноз развития и рекомендации по устранению имеющихся повреждений.

Большой акцент в статье сделан на визуальное освидетельствование и оценку повреждений: оголение арматуры и некачественная гидроизоляция, выщелачивание бетона в местах контакта с грунтовой водой, корродирование арматуры в железобетоне, частичное обрушение конструкций и т.д.

Результаты: в результате проведенных обследований, был составлен рекомендационный список для приведения технико-экономических показателей сооружения в нормативное состояние.

Заключение: по итогам обследования рекомендуется выполнить строительно-монтажные работы на стадии «Ремонт».

Ключевые слова: обследование бомбоубежищ, бомбоубежища, железобетон, натурное обследование, выявление дефектов подземных сооружений, устранение дефектов, подземные сооружения, объект ГОЧС.

Rubric 1. TECHNOLOGIES AND PROJECTS

Field – Bases and foundations, underground structures

© A.I. Enikeev, A.S. Katikova, G.A. Averchenko

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

(St. Petersburg, Russia)

METHODS OF FULL-SCALE SURVEY OF SHELTERS OF CIVIL DEFENSE OF RAILWAY COMPLEXES OF THE CITY OF MOSCOW

Background: The security of the state is a priority task in science in modern conditions. Transportation area as one of the most important areas for the state sustainable functioning, requires the special attention. It is very important to research scientific approaches and their implementation for providing security at transport. Due to the large concentration of passengers at station complexes, special attention should be paid to keeping them in working condition.

Visual inspection of the actual technical condition (full-scale inspection and measurement) of all structural elements (joints, joints of floor slabs, nodes, joints) of a bomb shelter is carried out to identify existing defects, damages and assess their impact on the safety, durability and serviceability of the bomb shelter.

The article contains a description of the construction of civil defence underground structures, namely: floor slabs, bomb shelter load-bearing elements, internal waterproofing, and special engineering equipment. The condition of these elements of the bomb shelter at the time of the survey is evaluated, and the existing defects and damages are characterized. The main defects are concrete leaching with exposed reinforcement, cracks and spalling of concrete, lack of modern waterproofing, partial destruction of supporting structures.

Based on the results, recommendations for further operation of the structure are formulated. And also proposed a set of measures to eliminate existing violations and further exploitation of underground structures. Recommended a set of works to repair the individual components and structures: pasting modern waterproofing materials, the elimination of minor damages to reinforced concrete structures, restoration of the protective layer of concrete to its design values.

Aim: consideration of methods of full-scale examination of bomb shelters, nderground structures and their application; definition of the technical condition of the structure; development of recommendations for further operation.

Materials and Methods: As a material and input data, asylum No. 6 in Moscow was analyzed, fixing of defects was carried out.

The field method was used as the main one: collection and analysis of preliminary information about the structure, measurement of structures, visual inspection of structures, description of the main defects, establishment of causes, forecast of development and recommendations on elimination of the existing damages.

The article puts more emphasis on the visual inspection and assessment of damages: denudation of reinforcement and poor quality waterproofing, leaching of concrete at the points of contact with ground water, corrosion of reinforcement in reinforced concrete, partial collapse of structures, etc.

Results: As a result of the surveys, a recommendation list was compiled to bring the technical and economic indicators of the structure to the standard state.

Conclusion: according to the results of the survey, it is recommended to perform construction and installation work at the stage of "Repair"

Key words: inspection of bomb shelters, bomb shelters, reinforced concrete, natural inspection, detection of defects in underground premises, elimination of defects, underground structures, civil defense emergency facility.

ВВЕДЕНИЕ

В годы «холодной» войны (1945-1991гг.) в условиях возможного применения оружия массового поражения в нашей стране на предприятиях, ответственных государственных объектах и в местах массового пребывания людей было построено большое количество убежищ гражданской обороны. Качество строительства этих объектов было невысоким и не всегда соответствовало нормативным требованиям. Эксплуатировались они в неблагоприятных условиях, несвоевременно выполняли их ремонт. В последнее 10-летие из-за финансовых трудностей, деления крупных предприятий на более мелкие и по ряду других причин содержанию убежищ не уделялось достаточного внимания, и многие из них пришли в неудовлетворительное и даже в ветхое состояние.

Нестабильность международной обстановки последних лет и рачительное хозяйствование обуславливает необходимость содержания бывших убежищ гражданской обороны в исправном состоянии. В этой связи авторами были выполнены детальные обследования ряда убежищ разных лет постройки, вместимости и конструктивных решений для определения технического состояния и возможности дальнейшей эксплуатации по назначению.

Характерной особенностью убежищ является их заглубленное расположение ниже поверхности грунта, что способствует увлажнению и препятствует естественной сушке стен, покрытия и полов. Поэтому в мирное время должна производиться хорошая вентиляция таких

помещений. Во всех обследованных убежищах естественная вентиляция отсутствовала, а механическая принудительная находилась в нерабочем состоянии. По этим причинам строительные конструкции убежищ находятся в переувлажненном состоянии, на стенах и перекрытиях образовались конденсат и плесень, элементы защитно-герметических дверей и другое оборудование подвержено значительной коррозии. Увлажнение конструкций убежищ происходит как от грунтовых вод, так и из-за течей неисправных сетей инженерно-технического обеспечения.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИНЯТЫЕ В СТАТЬЕ

Для наименования процесса, установленного несоответствия или отклонения от проектной или нормативной документации в данном отчёте используются следующие определения:

Диагностика – установление и изучение признаков, характеризующих состояние строительных конструкций зданий и сооружений для определения возможных отклонений и предотвращения нарушений нормального режима их эксплуатации (СП 13-102-2003).

Обследование – комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих эксплуатационное состояние, пригодность и работоспособность объектов обследования и определяющих возможность их дальнейшей эксплуатации или необходимость восстановления и усиления (СП 13-102-2003).

Ограниченно работоспособное состояние – категория технического состояния конструкций, при которой имеются дефекты и повреждения, приведшие к некоторому снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения и функционирование конструкции возможно при контроле ее состояния, продолжительности и условий эксплуатации. (СП 13-102-2003).

Несущие конструкции – строительные конструкции, воспринимающие эксплуатационные нагрузки и воздействия и обеспечивающие пространственную устойчивость здания. (СП 13-102-2003).

Дефект – отдельное несоответствие конструкций какому-либо параметру, установленному проектом или нормативным документом (СП, ГОСТ, ТУ, СН и т.д.) (СП 13-102-2003).

Повреждение – неисправность, полученная конструкцией при изготовлении, транспортировании, монтаже или эксплуатации (СП 13-102-2003).

Трещина – полость, образованная без удаления материала двумя соединенными внутри тела поверхностями, которые при отсутствии в нем напряжений удалены друг от друга на расстояния, во много раз меньше протяженности самой полости.

Выщелачивание бетона – под выщелачиванием понимают процесс растворения и выноса гидроокиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})$ из тела бетона фильтрующейся через его толщину водой. (СО 34.21.667).

Оценка технического состояния – установление степени повреждения и категории технического состояния строительных конструкций или зданий и сооружений в целом на основе сопоставления фактических значений количественно оцениваемых признаков со значениями этих же признаков, установленных проектом или нормативным документом (СП 13-102-2003).

Восстановление – комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение эксплуатационных качеств конструкций, пришедших в ограниченно работоспособное состояние, до уровня их первоначального состояния (СП 13-102-2003).

Поверочный расчет – расчет существующей конструкции по действующим нормам проектирования с введением в расчет полученных в результате обследования или по проектной и исполнительной документации геометрических параметров конструкции, фактической прочности строительных материалов, действующих нагрузок, уточненной расчетной схемы с учетом имеющихся дефектов и повреждений (СП 13-102-2003).

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Большой вклад в развитие методов обследования бомбоубежищ внесли следующие авторы: Шахраманьян М.А., Нигметов Г.М., Дмитриев А.С., Нигметов Г.М., Тонких Г.П. [1–4]. Так в этих статьях были рассмотрены наиболее частые причины возникновения дефектов в убежищах, различные методы оценивания этих повреждений.

Каждое искусственное инженерное сооружение требует постоянного мониторинга, с целью своевременного устранения дефектов. Именно поэтому, основные методы ликвидации различных видов повреждений были рассмотрены в статьях авторов: Хлобыстин С.И., Литвинова Н.А., Тонких Г.П., Козача В.М., Виноградов С.Д. [5–8].

Несомненно, основным аспектом в данной теме является непосредственная методика корректного проектирования данных сооружений, так в статьях авторов: Посохов Н.Н., Шульгин В.Н., Сломьянский В.П., Елизаров П.И., Жиркова Т.А., Гасымов Р.Р., Могильниченко Н.Ю. [9–12] были детально описаны основные способы проектирования надежных конструкций убежищ, а также рассмотрены аспекты совершенствования и усиления, уже существующих защитных сооружений.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ СООРУЖЕНИЯ

В статье было рассмотрено несколько убежищ. В результате исследования можно выделить следующие конструктивные и объемно-планировочные решения, используемые при проектировании данного вида сооружений.

Помещения убежищ подразделяются на основные и вспомогательные. К основным помещениям относятся помещения для укрываемых, пункты управления, медицинские пункты, а в убежищах лечебных учреждений – операционно-перевязочные, предоперационно-стерилизационные. К вспомогательным помещениям относятся фильтровентиляционные помещения, санитарные узлы, помещения для защищенных дизельных электростанций, электрощитовые, помещения для хранения продовольствия, станции перекачки, баллонные, тамбур-шлюзы, тамбуры. В помещениях убежищ обеспечивается герметичность.

Системы вентиляции убежищ обеспечивают воздухообмен укрываемых в двух режимах: чистой вентиляции (режим I) и фильтровентиляции (режим II). Электроснабжение убежищ осуществляется от сети города (предприятия). В убежищах, оборудованных вентиляторами с электроприводом, предусматривается также автономное электроснабжение. В убежищах с режимом полной изоляции с регенерацией воздуха защищенный энергоисточник предусматривается независимо от их вместимости. Водоснабжение убежищ производится от наружной водопроводной сети с устройством, как правило, проточных емкостей запаса питьевой воды из расчета 3 л/сут на каждого укрываемого, с обеспечением полного обмена воды в течение 2 суток. Для канализации убежищ предусматривается устройство санитарных узлов с отводом вод в наружную канализационную сеть.

В убежищах устанавливаются средства связи и оповещения. Вход в них осуществляется через защищенные входы, имеющие лестничный спуск, пандус, предтамбур, тамбур-шлюз, двухкамерный шлюз, защитно-герметические и герметические двери. Защищенные входы могут быть тупиковыми, сквозняковыми, из лестничной клетки. В случае их завалов эвакуация людей, находящихся в убежищах, производится через аварийные выходы. Аварийный выход выполняется в виде тоннеля с внутренним размером $1,2 \times 2$ м и с дверным проемом $0,8 \times 1,8$ м.

Описываемые авторами подземные сооружение, бомбоубежище расположено в городе Москва и имеют схожие технические характеристики и одинаковые конструктивные особенности. На последующих фотографиях запечатлено бомбоубежище (защитное сооружение гражданской обороны) общей площадью 137 м^2 . Толщина стен 100 см, толщина перекрытия 60 см, монолит железобетон. Площадь в пределах герметизации $107,7 \text{ м}^2$. Отопление водяное, местное.

Водоснабжение от городской сети и резервуаров общим объемом 0,6 м³. Канализация сливная, в общую городскую сеть. Энергоснабжение общее от двух источников питания, напряжением 220 В, резервное от самостоятельной дизельной установки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ

В статье приведены результаты обследования нескольких убежищ в городе Москва. В статье помещено описание конструкции обследуемого сооружения, оценивается их состояние на момент обследования, дается характеристика имеющихся дефектов и повреждений, выполнена оценка прочности бетонных конструкций методом поверхностного прозвучивания. На основании полученных результатов формулируются рекомендации по дальнейшей эксплуатации, по ремонту или усилению несущих элементов конструкций.

В соответствии с нормативными требованиями в процессе строительства убежищ должна была выполняться надежная гидроизоляция стен и полов. Чаще всего она должна быть оклеечной, многослойной из биостойких и прочных материалов. В действительности на обследованных объектах гидроизоляция была выполнена из недолговечного и небиостойкого рубероида некачественно, а в отдельных случаях она вообще не устраивалась. Через 5–10 лет эксплуатации некачественные картон и бумажная основа рубероида сгнили, гидроизоляционное покрытие стало водопроницаемым. В результате фильтрации воды и увлажнения произошло выщелачивание и биологическое разрушение бетона, значительная коррозия арматуры. Характерным примером здесь является убежище одного из государственных учреждений в г. Москве, где через 8 лет после завершения строительства гидроизоляция и сами стены обильно пропускают грунтовые воды, идет процесс интенсивной коррозии железобетонных конструкций стен и перекрытий.

Увлажнение конструкций убежищ происходит также из-за подъема в городах уровня грунтовых вод после проектирования и строительства объекта, застройки и асфальтирования прилегающей территории, предотвращающих испарение грунтовой влаги. Так на площадке убежища № 6 после сдачи объекта в эксплуатацию в 1985 г. уровень грунтовых вод к 2021 г. поднялся на 1,3 м. и при сезонных колебаниях стал выше на 60 см пола убежища. Оклеечная гидроизоляция пола, выполненная из трех слоев рубероида, за время эксплуатации прогнила. Изоляция стен обмазкой битумом за два раза произведена с нарушением сплошности. Монолитный бетон полов плохо уплотнен, имеет многочисленные раковины, стыки сборных элементов стен некачественно зачеканены. Поэтому грунтовая вода относительно свободно фильтруется через полы и стыки стен, затапливая убежище. Наблюдения показали, что во время паводков подъем

уровня воды в убежище достигает 20 см в сутки. С такой же скоростью он и понижается.

Наибольшим повреждениям подвержены конструкции убежищ, построенные в 60-е годы. Их стены и перекрытия обычно выполнены из монолитного бетона марки М-200 с некачественным уплотнением. В бетоне имеется большое количество больших и мелких раковин и технологических швов. За время эксплуатации их гидроизоляция полностью разрушена. Из-за выщелачивания и биологической коррозии прочность бетона снизилась до 50–100 кг/см². При высокой влажности и проницаемости бетона произошла значительная коррозия арматуры. Так, например, в стенах и перекрытии убежища № 37, построенного в 1958 г., коррозия рабочей арматуры столь велика, что ее диаметр в настоящее время снизился до 4 мм, а некоторые стержни прокорродировали на все сечение (Рис. 1).



Рис. 1. Дефект, выщелачивание бетона

Перекрытия большинства убежищ выполнены сборно-монолитными: на балки или стены опираются сборные железобетонные плиты с гладкой нижней поверхностью, с устройством по верху монолитной плиты. Сборные плиты изготавливали с отступлением от требований норм без установки фиксаторов рабочей арматуры. Арматурные сетки укладывали непосредственно на дно опалубки. Поэтому защитный слой арматуры у них составляет всего лишь 0–5 мм вместо положенных 20–30 мм. В условиях высокой влажности убежищ при небольшом защитном слое происходит интенсивная коррозия арматуры. Продукты коррозии составляют 60–70 % от общего объема металла. Они распирают бетон и отслаивают его защитный слой. Процессы коррозии оголенной арматуры ускоряются (Рис. 2).

Такие повреждения авторами были установлены в конструкциях всех обследованных убежищ. Коррозия арматуры в сборных плитах перекрытий проявляется уже через 3–5 лет после строительства. При обследованиях установлены повреждения 30–70 % плит – в зависимости от сроков и условий эксплуатации. В монолитных перекрытиях и стенах коррозия арматуры встречается в 3–4 раза реже и проявляется в меньшей степени (Рис. 3).



Рис. 2. Дефект, коррозия арматуры



Рис. 3. Дефект, влияние переувлажнения на материалы отделки

Другими, менее значимыми повреждениями убежищ являются: трещины в полах и стыках сборных элементов стен и перекрытий, вызванные переувлажнением помещения и протечками из-за

ненадлежащего устройства гидроизоляции, ветхость отделки, неисправность и неукomплектованность инженерного оборудования (Рис. 4).

Авторами были выполнены статические и конструктивные поверочные расчеты всех поврежденных конструкций убежищ в соответствии с требованиями действующих СП на особые сочетания нагрузок: Установлено, что многие конструкции из-за снижения прочности бетона и коррозии арматуры не обладают достаточной несущей способностью и нуждаются в усилении.



Рис. 4. Дефект, переувлажнение помещения

Опыт эксплуатации железобетонных конструкций в аналогичных условиях показывает, что начавшиеся процессы коррозии бетона и арматуры прогрессируют при сохранении прежних условий эксплуатации. Даже в случае предотвращения увлажнения и обеспечения антикоррозионной защиты арматуры они могут еще продолжаться определенное время. В этой связи в самые короткие сроки необходимо выполнить восстановление гидроизоляции фундаментов, полов, стен и перекрытий, усиление конструкций, не обладающих достаточной несущей способностью, восстановление защитного слоя бетона до проектных значений и ряд других мероприятий.

Анализ объемов и стоимости ремонтно-восстановительных работ по усилению, восстановлению и антикоррозионной защите конструкций обследованных убежищ показал, что в ряде случаев материальные и трудовые затраты для этого превышают величину затрат на строительство новых объектов. Трудоемкость работ по усилению и восстановлению конструкций в стесненных условиях функционирующих зданий резко возрастает. Здесь также нужно учесть и моральный износ сооружений

старой постройки, а также, что усиленные и восстановленные конструкции имеют меньшую надежность и долговечность по сравнению с новыми конструкциями.

Авторами были обследованы наиболее поврежденные защитные сооружения гражданской обороны – убежища. Из-за технических сложностей и экономической нецелесообразности усиления и восстановления 2/3 из них было списано с учета, но после капитального ремонта возможна их эксплуатация по иному назначению. В остальных убежищах, где степень повреждения конструкций была невысокой, а выполнение ремонтно-восстановительных работ не вызвало больших трудностей, было рекомендовано осуществить усиление, восстановление и антикоррозионную защиту конструкций, а в дальнейшей эксплуатации поддерживать их в исправном состоянии и своевременно выполнять текущие и капитальные ремонты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на натурных обследованиях конструкций защитных сооружений в городе Москве, сделаны следующие выводы:

1. К конструктивным недостаткам обследуемого бомбоубежища следует отнести:

- снижение несущей способности несущих конструкций, вызванное выщелачиванием железобетонных плит перекрытия,
- оголение арматуры в плитах перекрытия.

2. Техническое состояние сооружений оценивается, как **ограниченно-работоспособное**;

3. Опасными дефектами, которые, являются критичными для системы жизнеобеспечения убежища:

- отсутствие двух источников питания, резервного и основного,
- отсутствие освещения,
- отсутствие накопительных резервуаров на 600 литров,
- несоответствие систем отопления сооружений согласно паспортам объектов.

4. Для восстановления существующих технико-экономических показателей бомбоубежища необходимо рекомендовать выполнение комплекса работ по ремонту отдельных элементов конструкций. Планируемые строительно-монтажные работы на стадии «Ремонт»:

- восстановления систем жизнеобеспечения согласно паспорту объекта;
- повторное устройство гидроизоляции по всему объёму помещения;
- проведение работ по замене инженерных коммуникаций;
- устранение деформационных трещин в полах и стыках сборных элементов стен и перекрытий.

Авторы заявляют, что:

1. У них нет конфликта интересов;
2. Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

Рекомендации к публикации

Кандидат военных наук, доцент Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства Санкт-Петербургского политехнического университета Новик Анатолий Николаевич и редакция журнала «Инновационные транспортные системы и технологии» рекомендуют данную статью к публикации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / References

1. Шахраманиян М.А., Нигметов Г.М., Прошляков М.Ю., Папелков Д.И. Проблемы оценки защитных свойств убежищ гражданской обороны // Технологии гражданской безопасности. – 2004. – № 2(6). – С. 92–96. [Shakhramanyan MA, Nigmatov GM, Proshlyakov MY, Papelkov DI. Problems of assessment of protective properties of civil defense shelters. *Technologies of civil safety* 2004;2(6):92-96. (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 30.06.2022. Доступно по: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-otsenki-zaschitnyh-svoystv-ubezhisch-grazhdanskoy-oborony/viewer>
2. Дмитриев А.С., Поморов С.Б., Сидоров В.А. Убежище гражданской обороны и его жилая среда // Вестник Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова. – 2011. – № 1–2. – С. 85–92. [Dmitriev AS, Pomorov SB, Sidorov VA. Civil defense shelter and its living environment. *Bulletin of Altai State Technical University named after I.I. Polzunov*. 2011;1-2:85-92. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34109607&ysclid=l7m3ptqquy208931021> Ссылка доступна на: 30.06.2022.
3. Нигметов Г.М. Проблемы инженерной защиты населения в условиях воздействия современных средств поражения. Оценка защитных свойств убежищ гражданской обороны // Проблемы развития и совершенствования гражданской обороны Российской Федерации в современных условиях. Всероссийская конференция: 8-9 апреля 2004 года. Сборник материалов. – Москва, 2004. – С. 91–94. [Nigmatov GM. Problems of engineering protection of population under the impact of modern means of destruction. Evaluation of protective properties of civil defense shelters. *Problems of development and improvement of civil defense of the Russian Federation in modern conditions. All-Russian Conference: April 8-9, 2004. Collection of materials*. 2004; 91-94 p. (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 30.06.2022. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15131240&ysclid=l7m3wci1um595064084>
4. Тонких Г. П. Основные положения по оценке готовности защитных сооружений гражданской обороны // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 3-х частях, Москва, 2020. – С. 120–128. [Tonkikh G.P. The basic provisions for assessing the readiness of protective structures of civil defense. *Civil Defense on the guard of peace and security: Proceedings of the IV International Scientific-Practical Conference dedicated to the World Day of Civil Defense. In 3 parts, Moscow*. 2020; pp.120-128 (In Russ.)]. Доступно по:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45611715&ysclid=l7m44hznzod367479814> Ссылка доступна на: 30.06.2022.

5. Хлобыстин С.И. О некоторых аспектах эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны и обеспечения ими различных категорий населения // Технологии гражданской безопасности. – 2022. – Т. 19. – № 1(71). – С. 82–86. [Khlobystin SI. On some aspects of the operation of protective structures of civil defense and their provision of various categories of the population. *Technologies of civil security*. 2022;19(1,71):82-86 (In Russ.)]. doi: 10.54234/CST.19968493.2022.19.1.71.17.82
6. Литвинова Н.А. Инженерная защита в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – 102 с. [Litvinova NA. Engineering protection in emergency situations: a training manual. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2021; 102 p. (In Russ.)]. Доступно по: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_07000471708/?ysclid=l7nmjx78ap29762061 Ссылка доступна на: 30.06.2022.
7. Тонких Г.П., Козача В.М. Мероприятиям по совершенствованию защитных сооружений гражданской обороны в современных условиях // Международная гуманитарная помощь: опыт, реалии, перспективы. Актуальные вопросы формирования культуры безопасности населения (международные аспекты). XXIII Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: Материалы конференции, Ногинск, 07 июня 2018 года / ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). – Ногинск: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2018. – С. 539–551. [Tonkikh GP, Kozacha VM. Measures to improve the protective structures of civil defense in modern conditions // International humanitarian aid: experience, realities, prospects. Actual questions of formation of safety culture of population (international aspects). XXIII International scientific and practical conference on the problems of protection of population and territories from emergencies : Conference materials, Noginsk, June 07, 2018 / FGBU VNII GOCHS (FC). Noginsk: All-Russian research institute on the problems of civil defense and emergency situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia; 2018. pp. 539-551 (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 30.06.2022. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?ysclid=l7nmuy5rus947844837&id=36661069>
8. Виноградов С.Д. Инженерная защита населения на современном этапе гражданской обороны // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2013. – Т. 3. – № 1(4). – С. 206–212. [Vinogradov SD. Engineering Protection of Population at the Present Stage of Civil Defense *Civil Defense Strategy: Problems and Studies* 2013;3(1,4):206-212. (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 30.06.2022. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18891918&ysclid=l7nn0w2xm3191323379>
9. Посохов Н.Н. Проектирование защитных сооружений гражданской обороны в условия актуализации СНиП и ГОСТ // Опыт ликвидации крупномасштабных чрезвычайных ситуаций в России и за рубежом: Материалы XIX Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, Москва, 20–23 мая 2014 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2014. – С. 306–315. [Posokhov NN. Design of Civil Defense Protective Facilities in the Conditions of Updating SNiP and GOST. Experience of Large-Scale Emergency Response in Russia and Abroad: Materials of XIX International Scientific and Practical Conference on Problems of Population and Territories Protection from Emergency Situations, Moscow, May 20-23, 2014. Moscow: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the

- Ministry of Emergency Situations of Russia; 2014. pp. 306-315. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29013353&ysclid=l7nn4umrj3685263576> Ссылка доступна на: 30.06.2022.
10. Шульгин В.Н., Сломьянский В.П., Елизаров П.И. Основы инвентаризации и обследования зданий, помещений и защитных сооружений гражданской обороны // Технологии гражданской безопасности. – 2006. – Т. 3. – № 2(10). – С. 133–136. [Shulgin VN, Slomiansky VP, Elizarov PI. Fundamentals of inventory and inspection of buildings, premises and protective structures of civil defense. *Technologies of civil security*. 2006;3(2,10):133-136. (In Russ.)] Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12690441&ysclid=l7nnd37nz897622755> Ссылка доступна на: 30.06.2022.
 11. Truong-Hong L, Laefer DF. Laser scanning for bridge inspection *Laser Scanning*. 2019;189-214. doi: 10.1201/9781351018869-12
 12. Жиркова Т.А. Основные аспекты совершенствования и приведения в готовность защитных сооружений гражданской обороны // Вестник НЦБЖД. – 2014. – № 4(22). – С. 115–119. [Zhirkova TA. The main aspects of improving and making ready the protective structures of civil defense. *Bulletin of the National Center for Civil Defense*. 2014;4(22):115-119. (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 30.06.2022. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22823635&ysclid=l7nnmosozh15699353>
 13. Гасымов Р.Р., Могильниченко Н.Ю. Усиление строительных конструкций при приспособлении подвальных помещений под укрытия // Проблемные вопросы инженерной защиты населения и территорий: Сборник трудов секции № 2 XXX Международной научно-практической конференции, Химки, 19 марта 2020 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России, 2020. – С. 45–51. [Gasymov RR, Mogilnichenko NY. Strengthening building structures when adapting basement premises under shelters. Problems of engineering protection of population and territories: Proceedings of the section number 2 XXX International Scientific-Practical Conference, Khimki, March 19, 2020. Khimki: Academy of Civil Defense of EMERCOM of Russia; 2020. pp. 45-51. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43088015&ysclid=l7npursm1v565554605> Ссылка доступна на: 30.06.2022.
 14. Аверченко Г.А., Васильев К.А., Рудакова Е.А. и др. Регулирование усилий в балочно-вантовых системах // Инновационные транспортные системы и технологии. – 2021. – Т. 7. – № 4. – С. 5–13. [Averchenko GA, Vasiliev KA, Rudakova EA, et al. Force regulation in beam-vaulted systems. *Innovative Transport Systems and Technologies*. 2021;7(4):5-13. (In Russ.)]. doi: 10.17816/transsyst2021745-13
 15. Thomas J. Kerr Fadeout and Reemergence of Civil Defense: From Shelters to Crisis Relocation. *Civil Defense in the U.S.* 2019. doi:10.4324/9780429049712-6

Сведения об авторах:

Еникеев Артем Искандарович, студент, Инженерно-строительный институт;

ORCID: 0000-0002-9366-8792; ResearcherID: GPX-8320-2022;

E-mail: enikeev.ai@edu.spbstu.ru

Катикова Арина Сергеевна, студент, Инженерно-строительный институт;

ORCID: 0000-0002-0091-1790; ResearcherID: GQR-0855-2022;

E-mail: arina.katikova@gmail.com

Аверченко Глеб Александрович, ассистент, Инженерно-строительный институт;

eLibrarySPIN: 1707-9958; ORCID: 0000-0001-8813-545X;

E-mail: averchenko_ga@spbstu.ru

Information about the authors:

Enikeev Artem Iskandarovich, student, Institute of Civil Engineering;

ORCID: 0000-0002-9366-8792; Researcher ID: GPX-8320-2022;

E-mail: enikeev.ai@edu.spbstu.ru

Katikova Arina Sergeevna, student, Institute of Civil Engineering;

ORCID: 0000-0002-0091-1790; Researcher ID: GQR-0855-2022;

E-mail: arina.katikova@gmail.com

Averchenko Gleb Aleksandrovich, Assistant, Institute of Civil Engineering;

eLibrarySPIN: 1707-9958; ORCID: 0000-0001-8813-545X;

E-mail: averchenko_ga@spbstu.ru

Цитировать:

Еникеев А.И., Катикова А.С., Аверченко Г.А. Методы натурного обследования убежищ гражданской обороны вокзальных комплексов города Москвы // Инновационные транспортные системы и технологии. – 2022. – Т. 8. – № 3. – С. 5–19. doi: 10.17816/transsyst2022835-19

To cite this article:

Enikeev AI, Katikova AS, Averchenko GA. Methods of full-scale survey of shelters of civil defense of railway complexes of the city of Moscow. *Modern Transportation Systems and Technologies*. 2022;8(3): 5-19. doi: 10.17816/transsyst2022835-19