

Given

$$\begin{cases} \begin{pmatrix} V_y \\ V_y \\ V_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 15y_1 - y_2 + 5 \\ -5y_1 - 14y_2 + 15 \\ -5y_1 + 6y_2 + 7 \end{pmatrix}; \\ y_3 = 1 - y_1 - y_2 \end{cases}$$

$$\begin{pmatrix} V_y \\ y_{10} \\ y_{20} \\ y_{30} \end{pmatrix} := \text{Find}(V_y, y_1, y_2, y_3) \rightarrow \begin{pmatrix} 41 \\ 5 \\ 6 \\ 25 \\ 2 \\ 5 \\ 9 \\ 25 \end{pmatrix}.$$

Вычислим цену игры по полной формуле цены игры:

$$V_0 = (x_{10} \quad x_{20} \quad x_{30}) \begin{pmatrix} 20 & 4 & 5 \\ 10 & 1 & 15 \\ 2 & 13 & 7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{10} \\ y_{20} \\ y_{30} \end{pmatrix} = \frac{41}{5}.$$

Мы видим, что все три цены игры между собой совпадают:

$$\begin{cases} V_x = \frac{41}{5} \\ V_y = \frac{41}{5} \\ V_0 = \frac{41}{5} \end{cases}$$

Это означает, что игра решена правильно.

Выводы

Необходимо увеличивать масштабы внедрения математических пакетов в учебный процесс университетов, технических вузов и колледжей.

Необходимо создания российского универсального математического пакета для университетов.

Массовое применение математических пакетов радикально изменит преподавание математики в университетах. В курсах математики появятся реальные производственные задачи. И сложная проблема объединения науки, преподавания и техники будет решена.

Список литературы

1. Аркин П. А. Эффективное применение информационных технологий при реализации сложных программ: теория игр : учебное пособие / П. А. Аркин. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021. – 137 с. – ISBN 978-5-7422-7237-3 // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/116158.html>.
2. Алехин В. В. Теория игр в экономике: лекции и примеры : учебное пособие / В. В. Алехин. – Ростов-на-Дону, Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 152 с. – ISBN 978-5-9275-2695-6 // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/87506.html>.
3. Яксубаев К. Д. Теория игр с клеточными матрицами : учебное пособие / К. Д. Яксубаев. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2019. – 93 с. – ISBN 978-5-93026-079-3.
4. Яксубаев К. Д. Смешанные стратегии в играх с клеточными матрицами / К. Д. Яксубаев, И. В. Аксютин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 1 (43). – С. 94–98.
5. Гостюнина В. А. Способ экспертной оценки взв-контента на основе модели репутаций / В. А. Гостюнина, Н. В. Давидюк, Ю. А. Гостюнин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2018. – № 3 (25). – С. 41–44.
6. Александрова О. В. Теория игр : учебное пособие / О. В. Александрова. – Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2020. – 165 с. // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/99391.html>.
7. Лепило Н. Н. Теория игр : учебное пособие / Н. Н. Лепило. – Алчевск : Донбасский государственный технический университет, 2020. – 133 с. // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/122695.html>.
8. Лубенец Ю. В. Теория игр: учебное пособие / Ю. В. Лубенец. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. – 80 с. – ISBN 978-5-88247-908-3 // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/88748.html>.

© К. Д. Яксубаев

Ссылка для цитирования:

Яксубаев К. Д. Визуализация трехмерной матричной игры в смешанных стратегиях в пакете Mathcad // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 2 (48). С. 116–118.

УДК 72.03

DOI 10.52684/2312-3702-2024-48-2-118-122

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО СООРУЖЕНИЯ ПРИ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ УГРОЗАХ НА ПРИМЕРЕ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА

Т. В. Золина, Н. В. Купчикова, А. В. Кулебянов

Золина Татьяна Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры промышленного и гражданского строительства, ректор, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: (8512) 49-42-15; e-mail: buildinist@mail.ru;

Купчикова Наталья Викторовна, кандидат технических наук, доцент, руководитель приоритетной научно-исследовательской работы, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; доцент кафедры «Строительные конструкции, здания и сооружения», Российский университет транспорт (МИИТ), г. Москва, Российская Федерация; e-mail: kupchikova79@mail.ru;

Кулебянов Алексей Викторович, магистрант, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация

В статье представлены результаты исследований в рамках разработки инвестиционно-строительного проекта торгово-развлекательного комплекса, предназначенного для эксплуатации с масштабированием в регионах Российской Федерации. Тема проекта выбрана из перечня предлагаемых представителями реального сектора экономики на платформе Всероссийского инженерного конкурса выпускных квалификационных работ. Он удостоен степени лауреата.

Ключевые слова: конструктивные решения, инвестиционно-строительный проект, торгово-развлекательный комплекс, террористические угрозы.

CONSTRUCTIVE SOLUTIONS OF PUBLIC BUILDINGS IN CASE OF TERRORIST THREATS ON THE EXAMPLE OF THE IMPLEMENTATION OF AN INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECT

T. V. Zolina, N. V. Kupchikova, A. V. Kulebyanov

Zolina Tatyana Vladimirovna, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Industrial and civil engineering, rector, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: (8512) 49-42-15; e-mail: buildinist@mail.ru;

Kupchikova Natalya Viktorovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Priority Research Work, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; Associate Professor of the Department of Building Structures, Buildings and structures, Russian University of Transport (MIT), Moscow, Russian Federation; e-mail: kupchikova79@mail.ru;

Kulebyanov Aleksey Viktorovich, undergraduate student, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation

The article presents the results of research within the framework of the development of an investment and construction project of a shopping and entertainment complex intended for operation with scaling in the regions of the Russian Federation. The theme of the project was selected from the list of proposals from the real sector of the economy on the platform of the All-Russian Engineering Competition for final qualifying works. The project has been awarded a laureate degree.

Keywords: constructive solutions, investment and construction project, shopping and entertainment complex, terrorist threats.

Введение

Террористическая угроза в мировой общественно-политической жизни людей является одной из глобальных проблем современности. Существующие социальные противоречия межконфессионального, расового, религиозного, политического и экономического характера оказывают влияние на принятие архитектурно-строительных решений [1]. Исключить эту угрозу для человечества, сделать жизнь людей безопасной и защищенной – задача многих специалистов, в том числе проектировщиков, разрабатывающих конструктивные решения общественных зданий и сооружений.

Тематика работы актуальна и является перспективной для развития подходов и методов в области эффективности инвестиционного анализа и комплексного управления объектами при террористических угрозах общественных объектов недвижимости.

Цель – разработать инновационные подходы проектирования конструктивных решений для общественного сооружения, которые будут обеспе-

чивать защиту от террористических угроз на примере торгово-развлекательного комплекса.

В рамках поставленной цели были решены следующие задачи:

- аналитический обзор российской и зарубежной технической литературы в области проектирования, строительства и эксплуатации с учетом требований устойчивости при террористических угрозах;
- проектирование основных несущих конструкций сооружения с разработкой инновационных подходов к проектированию конструктивных схем;
- создание моделей управления проектом на всех стадиях жизненного цикла и взаимодействия участников процесса управления и эксплуатации общественного сооружения при угрозах;
- разработка проектно-сметной документации с учетом мероприятий, обеспечивающих защиту от террористических угроз и определение экономической эффективности внедрения конструктивных решений в схемах при террористических угрозах.



Рис. 1. Общий вид проектируемого торгово-развлекательного комплекса, предназначенного для эксплуатации с масштабированием в регионах Российской Федерации

Конструктивные схемы и концепция противотеррористических угроз разрабатывались на примере торгово-развлекательного комплекса, предназначенного для эксплуатации с масштабированием в регионах Российской Федерации, общий вид которого представлен на рисунке 1.

Методы исследования

Одним из основных показателей государства в области террористических угроз является индекс глобального терроризма. Отчеты с индексами по всем странам мира ежегодно публикуются глобальным аналитическим центром – Институтом экономики и мира, система критериев оценки разработана IT-предпринимателем Стивом Киллелеа. Индекс представляет собой сводку ключевых глобальных тенденций и закономерностей в сфере террористических угроз с 2000 года.

На основе анализа отчетов за последние десять лет, начиная с 2014 года, построен график «Изменение индекса глобального терроризма России». На данном графике по оси «у» показано место,

которое занимает наша страна в рейтинге, а по оси «х» – временной промежуток. Как мы видим, в 2014 году Россия входила в число лидеров стран по количеству террористических угроз. Затем показатель индекса глобального терроризма плавно снижался и достиг пиковых значений в 2022 году. До начала специальной военной операции Россия занимала 45 место в ежегодном рейтинге, после ее начала произошел резкий скачок и до настоящего времени индекс увеличивается (в 2024 году мы уже на 35 месте).

Выявлено, что с конструктивной точки зрения террористические группы определяют заранее критические точки в общественных сооружениях и уничтожают конструкции по модели прогрессирующего обрушения. Такая ситуация приводит к исключению в результате взрыва какой-либо из несущих конструкций (колонны, пилона) из работы, далее как эффект «домино» следует разрушение последующих несущих элементов. Все это наносит большой урон и приводит к гибели многих людей.

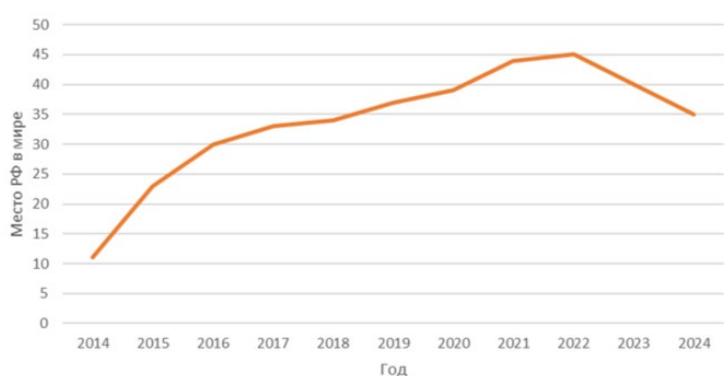


Рис. 2. Индекс глобального терроризма в России

Анализ результатов

Прогрессирующее обрушение обозначает последовательное разрушение несущих строительных конструкций здания, обусловленное начальным локальным повреждением отдельных элементов данных конструкций и приводящее к обрушению всего здания или его значительной части. В рамках стадии проектирования выполнено моделирование взрывного воздействия в критических узлах при угрозах с помощью программного комплекса MIDAS, основанного на методе конечных элементов. Результаты расчета показывают, что в несущих конструкциях наблюдается превышение предельных значений несущей способности. Представлены графики таких превышений и изополя критических точек в колоннах и стенах представлены на рисунке 3.

Запроектированы варианты конструктивных и объемно-планировочных решений общественного сооружения. Торгово-развлекательный комплекс запроектирован в виде одного четырехэтажного корпуса, имеющего закругленную форму. Основные конструкции – монолитный фундамент, колонны, стены, перекрытия с учетом выявленных критических точек.

Выполнены расчеты несущих конструкций по двум группам предельных состояний, в том числе с помощью численного моделирования

определены критические значения внутренних силовых факторов в подземном пространстве при проектировании фундамента и подземной части сооружения. В данном случае показано проектирование свай на плитном фундаменте.

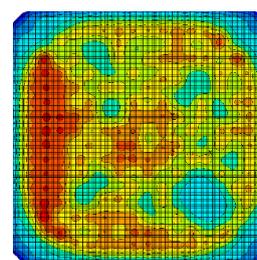


Рис. 3. Изополя деформаций

Разработан строительный генеральный план с учетом требований безопасности и контроля территории. Площадь стройгенплана – 30848 м², застройка под здание – 14077 м². Разработаны элементы проекта производства работ с технологической картой на возведение монолитных конструкций колонн, стен и перекрытий.

Для разработки инновационных конструктивных схем была изучена нормативно-правовая база действующего законодательства, определены правовые риски реализации применения мероприятий в области террористических угроз. Основной

документ – ГОСТ Р «Антитеррористическая защищенность», принятый в 2019 году. В нем отражены основные требования при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружения во время террористических угроз. Разработана локальная смета на возведение объекта с помощью программы «Гранд-Смета», сметная стоимость составила 1420000000 руб.

Инновационность проекта заключается в оригинальности и новизне использования комплекса современных средств цифровизации на всех стадиях жизненного цикла проекта, высокой актуальности и эффективности. Так, на предпроектной стадии при изучении рынка мы использовали цифровые платформы по анализу торгово-развлекательных сооружений, для геоаналитики – интеллектуальные платформы девелоперов Smart Map, EliteGIS и SREDA. При финансово-оценочном анализе применяли систему управления финансами проектов MacroBank и программы ценообразования в строительстве «Гранд-Смета». На стадии проектирования производилась разработка архитектурно-конструктивных решений и 3D-модели проекта ПК Revit с AutoCad. Календарное планирование и управление проектами включало MS Project Pro, численное моделирование – Midas и «Лири САПР». На стадии эксплуатации использовался комплекс «умных» инструментов [2–10].

Для расчета модели управления инвестиционно-строительным проектом общественного сооружения на всех стадиях жизненного цикла с учетом террористических угроз была разработана концепция мероприятий по безопасности таких конструктивных схем, которые базируются на архитектурно-дизайнерских и конструктивно-строительных решениях:

1) применение на фасаде декриминализирующих средств архитектуры. Фасад состоит из горизонтальных солнцезащитных жалюзи, вертикальных перфорированных экранов, специальных контейнеров для вертикального озеленения и окон в пол;

2) использование оптической иллюзии несущих строительных конструкций. Посередине плана выстроены трубобетонные колонны и пилоны, которые не являются несущими элементами, а несут лишь декоративный эффект. Они не несут в себе угрозы локального разрушения, а реальные несущие элементы, например колонны и пилоны, фактически скрываются в стенах, уводя тем самым внимание заинтересованных террористических групп от разрушения конструкций, являющихся основой жесткой системы. На рисунке 4 показан вариант, когда колонна скрыта за отделкой в стенах;

3) жесткое армирование несущих конструкций (в том числе теплоизоляция металлических конструкций колонн).

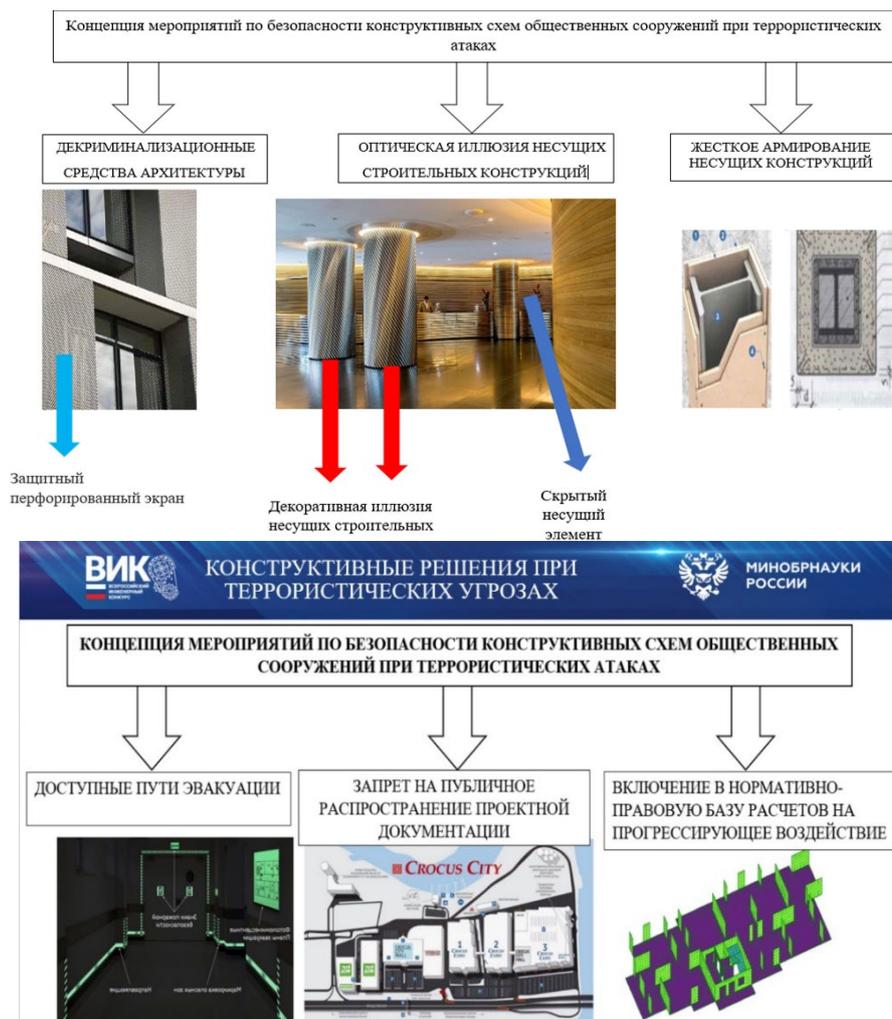


Рис. 4. Предлагаемые конструктивно-технологические мероприятия

Выводы

Выявлено, что конструктивные схемы зачистую имеют очень сложные пути эвакуации в общественных сооружениях. В исследуемом здании запроектировано объемно-планировочное решение таким образом, чтобы сразу из всех больших пространств с большим скоплением людей были организованы пожарные выходы на улицу. Эти выходы расположены далеко от улицы и представляют собой переход из одной части зала в другое закрытое пространство.

Стоит также отметить, что в свободных источниках можно найти проектную документацию на многие общественные сооружения, в которой прочерчены несущие элементы каркаса здания, то

есть фактически можно просчитать, какой элемент необходимо исключить из работы, чтобы сооружение потеряло свою устойчивость. Необходимо внести запрет в правовом поле на такую публичную демонстрацию чертежей.

В настоящее время нормативно-правовая база при прогрессирующих воздействиях еще не разработана в области таких угроз.

Внедрение планируемых результатов будет способствовать повышению уровня качества инженерно-технических и конструктивных решений при проектировании общественных сооружений и комплексов, а также оптимизации финансовых затрат на обеспечение безопасности при террористических угрозах.

Список литературы

1. Мустакимов В. Р. Комплексная защита уникальных зданий и сооружений от террористических атак конструктивно-технологическими средствами / В. Р. Мустакимов, А. В. Мустакимов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – № 1 (55). – С. 118–126. – DOI 10.52409/20731523_2021_1_118. – EDN SLDDCZ.
2. Kupchikova N. V. Numerical researches of the work of the pile with end spherical broadening as part of the pile group / N. V. Kupchikova // Building and Reconstruction. – 2019. – № 6 (86). – P. 3–9. – DOI 10.33979/2073-7416-2019-86-6-3-9. – EDN YRHETP.
3. Федоров В. С. Критерии для оценки категории технического состояния железобетонных колонн, ригелей, балок и ферм / В. С. Федоров, Н. Н. Трекин, Э. Н. Кодыш, И. А. Терехов // Строительство и реконструкция. – 2023. – № 3 (107). – С. 58–69. – DOI 10.33979/2073-7416-2023-107-3-58-69. – EDN ZTABZK.
4. Федоров В. С. Расчетная модель термомеханического состояния высокопрочного бетона / В. С. Федоров, А. А. Коршунов // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования : материалы XI Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников, Астрахань, 17–18 мая 2022 года / под общ. ред. Т. В. Золиной. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 413–418. – EDN ESYUCS.
5. Федоров В. С. Комплексная модель управления обеспечением пожарной безопасности высотных зданий / В. С. Федоров, Н. В. Купчикова, А. С. Реснянская // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы VI Национальной научно-практической конференции с международным участием, приуроченной ко Дню российской науки, Астрахань, 8–9 февраля 2023 года / под общ. ред. Т. В. Золиной. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 14–25. – EDN SFLRPB.
6. Travush V. I. Theoretical Substantiation of the Mechanism Patterns of the Manmade Base "Structural Geotechnical Solid" / V. I. Travush, V. S. Fedorov, O. A. Makovetskiy // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2020. – Vol. 16, № 4. – P. 103–110. – DOI 10.22337/2587-9618-2020-16-4-103-110. – EDN LCMGYD.
7. Федоров В. С. Применение объектно-ориентированного подхода к оценке огнестойкости конструкций / В. С. Федоров, Н. Е. Левитский // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. – № 1 (27). – С. 5–12. – EDN RDCTQY.
8. Купчикова Н. В. Цифровизация в реализации инвестиционно-строительного проекта крытого горнолыжного комплекса «Ледяное сердце» с масштабированием в регионы Российской Федерации / Н. В. Купчикова, М. А. Баталов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2024. – № 1 (47). – С. 32–37. – DOI 10.52684/2312-3702-2024-47-1-32-37. – EDN IEEUWM.
9. Золина Т. В. Предпосылки к разработке концепции цифровизации процессов всех стадий жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта многофункционального жилого комплекса / Т. В. Золина, Н. В. Купчикова, К. Е. Джантазаева // Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования : материалы V Национальной научно-практической конференции с международным участием, приуроченной ко Дню российской науки, Астрахань, 8–9 февраля 2022 года. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2022. – С. 155–161. – EDN QSLRAK.
10. Федоров В. С. Проектирование строительных конструкций и оснований с учетом надежности и режимных воздействий / В. С. Федоров, Т. В. Золина, Н. В. Купчикова и др. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – 209 с. – ISBN 978-5-93026-143-1. – EDN PWZTHR.

© Т. В. Золина, Н. В. Купчикова, А. В. Кулебянов

Ссылка для цитирования:

Т. В. Золина, Н. В. Купчикова, А. В. Кулебянов Конструктивные решения общественного сооружения при террористических угрозах на примере реализации инвестиционно-строительного проекта // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 2 (48). С. 118–122.