

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND ENGINEERING STRUCTURES



УДК 699.841

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-1835-2025-4-2-21-37>

Оценка надежности конструктивных решений при реконструкции объекта культурного наследия с учетом сейсмических воздействий



Х.Н. Мажиев¹ , К.Х. Мажиев^{1,2} , Ю.В. Панасенко³ , А.Х. Мажиева¹ ,
А.Х. Мажиев^{1,4} , А.Х. Мажиев⁴ 

EDN: YPWWOY

¹ Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова,
г. Грозный, Российская Федерация

² Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, г. Грозный, Российская Федерация

³ Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций имени В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство»,
г. Москва, Российская Федерация

⁴ Академия наук Чеченской Республики, г. Грозный, Российская Федерация

✉ seismofund@mail.ru

Аннотация

Введение. С целью обеспечения сейсмостойкости и снижения сейсмических нагрузок при реконструкции объекта культурного наследия выполнен пространственный расчет несущих конструкций сооружений кино-эстрадного зала. В настоящей статье анализируются конструктивная система, расчетно-динамическая модель с учетом основных и особых сочетаний нагрузок.

Материалы и методы. Расчеты проводились аналитическим методом и методом конечных элементов в программном комплексе STARK ES.

Результаты исследования. Получены результаты динамического расчета при основных и особых сочетаниях нагрузок и соответствующих сочетаниях внутренних усилий в рассчитываемых конструкциях сооружений реконструируемого объекта (кино-эстрадного зала). При этом было использовано всего 25 загружений.

Обсуждение и заключение. Результаты расчета здания кинотеатра показали, что обеспечивается требуемая несущая способность здания объекта культурного наследия при рассматриваемой расчетной ситуации.

Ключевые слова: здание, реконструкция, сейсмическое воздействие, расчет, нагрузка, конструктивная система, сейсмостойкость, расчетно-динамическая модель

Для цитирования. Мажиев Х.Н., Мажиев К.Х., Панасенко Ю.В., Мажиева А.Х., Мажиев А.Х., Мажиев А.Х. Оценка надежности конструктивных решений при реконструкции объекта культурного наследия с учетом сейсмических воздействий. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий*. 2025;4(2):21–37. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2025-4-2-21-37>

Evaluation of the Reliability of Design Solutions during the Reconstruction of a Cultural Heritage Site Taking into Account Seismic Impacts

Khasan N. Mazhiev¹ , Kazbek Kh. Mazhiev^{1,2} , Yuri V. Panasenko³ , Amina Kh. Mazhieva¹ ,
Aslan Kh. Mazhiev^{1,4} , Adam Kh. Mazhiev⁴ 

¹ Millionshchikov Grozny State Oil Technical University, Academy of Sciences of the Chechen Republic, Grozny, Russian Federation

² Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Grozny, Russian Federation

³ Central Research Institute of Building Structures named after V.A. Kucherenko JSC "Research Center "Construction", Moscow, Russian Federation

⁴ Academy of Sciences of the Chechen Republic, Grozny, Russian Federation

✉ seismofund@mail.ru

Abstract

Introduction. In order to ensure seismic resistance and reduce seismic loads, during the reconstruction of the cultural heritage site, a spatial calculation of the supporting structures of the cinema and variety hall was performed. This article analyzes the structural system, the calculation and dynamic model taking into account the main and special combinations of loads.

Materials and Methods. The calculations were carried out using the analytical method and the finite element method in the STARK ES software package.

Results. For the purpose of reconstructing the building of the cultural heritage site, the results of dynamic calculation were obtained for the main and special combinations of loads and corresponding combinations of internal forces in the calculated structures of the cinema and variety hall. In this case, only 25 loadings were used.

Discussion and Conclusion. The results of the calculation of the cinema building showed that the required load-bearing capacity of the building of a cultural heritage site is ensured in the considered design situation.

Keywords: building, reconstruction, seismic impact, calculation, load, structural system, seismic resistance, calculation-dynamic model

For citation. Mazhiev HN, Mazhiev KH, Panasenko YuV, Mazhieva AH, Mazhiev AH, Mazhiev AH. Evaluation of the Reliability of Design Solutions during the Reconstruction of a Cultural Heritage Site Taking into Account Seismic Impacts. *Modern Trends in Construction, Urban and Territorial Planning*. 2025;4(2):21–37. <http://doi.org/10.23947/2949-1835-2025-4-2-21-37>

Введение. При проведении реновационных работ в городах актуальным является сохранение объектов культурного наследия, которые проектировались с учетом старых норм и расчетных моделей.

С этой целью поставлена задача выполнения пространственного расчета несущих строительных конструкций сооружений кино-эстрадного зала кинотеатра для оценки их надежности при реконструкции. Реконструируемое здание является объектом культурного наследия и расположено в сейсмически активном районе [1–5, 14].

Необходима научно-техническая оценка соответствия проектных решений требованиям нормативных документов Российской Федерации по обеспечению безопасности здания, а также разработка рекомендаций для стадии проектирования «рабочая документация» с учетом возможного изменения расчетной схемы работы конструктивной модели здания при реконструкционных работах.

Материалы и методы. Исследуемая конструктивная система представляет собой здание кинотеатра трапециевидное в плане, каркасное, с наружными боковыми стенами из бетонных блоков и кирпича и с витражным остеклением южного (главного) и северного фасадов. Кинотеатр имеет два кинозала: большой — на 1200 мест и малый — на 80 мест. Кинотеатр расположен на стилобате. Основной объем здания занимает зрительный зал с широкоформатным экраном и амфитеатр для размещения зрительских мест.

Здание кинотеатра состоит из двух частей (рис. 1):

- административная часть, в осях 4–11/Г–Е;
- зрительный зал, в осях 1–14/А–Г, и цокольный этаж, в осях Iп–IIIп/В–Е.

Административная часть здания выполнена 4-этажной, конструктивная схема представляет собой монолитный железобетонный рамный каркас с перекрестным расположением ригелей. В качестве элементов межэтажных перекрытий (покрытия) использованы сборные пустотные плиты, уложенные вдоль цифровых осей. Наружное стеновое заполнение каркаса выполнено в виде облегченной кладки керамического кирпича.

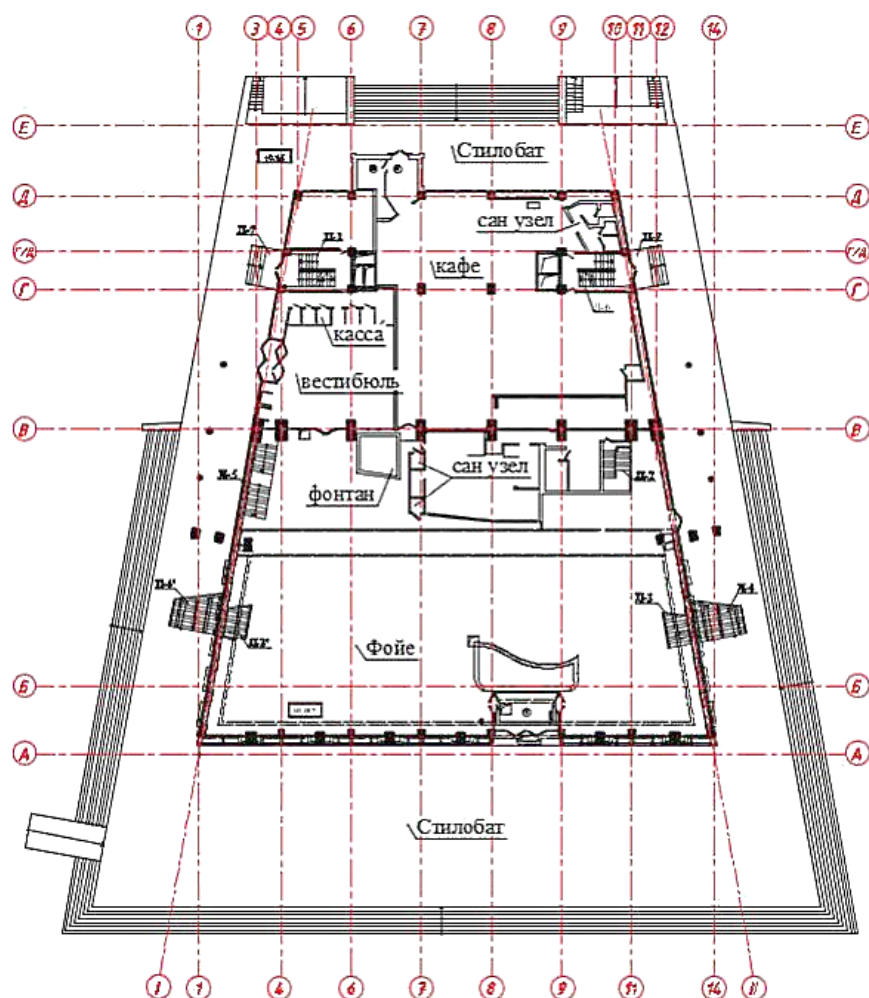


Рис. 1. Компоновочная схема здания [14]

Зрительный зал здания выполнен 2-этажным. Несущими элементами являются рамы, установленные вдоль цифровых осей здания. Конструктивными элементами рамы являются: железобетонная и наклонная металлическая стойки, железобетонные наклонный ригель и консоль с вылетом 11,66 м. Железобетонные элементы рамы имеют переменное сечение. Узел сопряжения металлической стойки и наклонного ригеля шарнирный. Для компенсации горизонтальных усилий, возникающих в опорном узле металлической стойки, предусмотрена железобетонная затяжка. Опорный узел металлической стойки шарнирный, железобетонной стойки — жесткий. В качестве элементов перекрытия 1-го этажа использованы сборные железобетонные пустотные плиты. Для обеспечения пространственной жесткости рам в уровне верха стоек по осям «А» и «В» выполнены монолитные железобетонные распорки Р-1 и Р-2, в уровне ригелей и консолей по всей их длине с шагом 5–6 м установлены сборные железобетонные крестовые связи [1–5, 14].

В качестве несущих конструкций покрытия использованы металлические балки составного двутаврового сечения высотой 1,7 м. Консоль вылетом 11,66 м опирается по оси «А» на наклонную металлическую стойку несущей рамы через металлическую стойку Ст-1, опирающуюся на монолитную железобетонную распорку Р-1, по оси «Г» — на колонны каркаса административной части здания. Пространственная устойчивость несущих элементов покрытия обеспечена наличием вертикальных металлических связевых ферм, горизонтальных распорок и крестовых связей, установленных по верхнему и нижнему поясам балок. Конструкциями покрытия служат сборные железобетонные ребристые плиты.

В качестве ограждающих конструкций (наружных стен) основной части здания использованы сборные блоки из керамзитобетона, не связанные с колоннами каркаса.

В осях I/A–Г и II/A–Г зрительного зала для обеспечения сообщения между кинооператорской и административной частью здания предусмотрены переходные галереи в уровне 3-го этажа (рис. 1).

Проектом реконструкции предусмотрено сохранение объемно-пространственного облика здания в рамках приспособления под современное использование для концертных мероприятий. По проекту реконструкции вы-

полняется частичный демонтаж существующих конструкций и последующее их восстановление и усиление сохраняемых конструкций [6–11].

По архитектурной концепции реконструкции объекта предусмотрено строительство развитой подземно-цокольной части вокруг кинотеатра с целью создания более современного функционала и расширения возможностей для отдыха в части расположения блоков С1–С5 вокруг блока А1 с функциональной связью между зданиями (рис. 2).

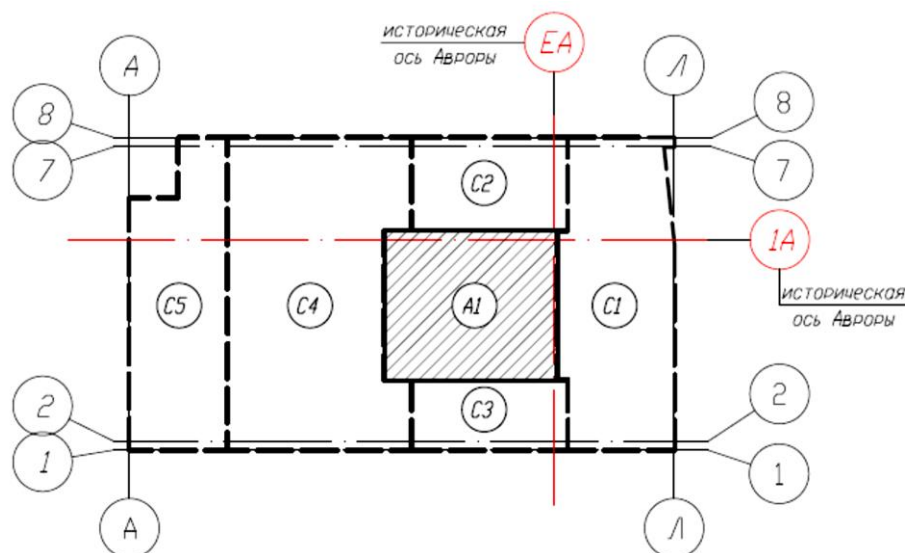


Рис. 2. Ситуационная схема участка

В рамках реконструкции основного здания предусматриваются следующие конструктивные и объемно-планировочные мероприятия:

- расширение объема зрительного зала за счет пространства административной части. С этой целью в административной части выполняется демонтаж части каркаса с подвала по 4-й этаж (колонны, балки, перекрытия, стены цоколя, ненесущие стены) с возведением нового каркаса и устройством на отм. +17,360 и +17,860 двух железобетонных балок покрытия зала пролетом 21,1 м и 18,3 м. Для опирания балок покрытия выполняются два ядра жесткости в осях 4–6/Г–Д и 9–11/Г–Д с пилястрами-колоннами под проектируемые балки;
- существующие внутренние лестничные клетки демонтируются. Внутри проектируемых ядер жесткости выполняются эвакуационные лестничные клетки;
- демонтируется и выполняется заново существующая стилобатная часть административного блока в осях I_п–I, II_п–II, Д–Е;
- сохраняются V-образные балки зрительного зала Б-1.1 с их усилением по расчету;
- в зрительном зале выполняется переустройство существующих технологических галерей и устройство двух уровней проектируемых балконов вдоль боковых стен здания. Балконы и галереи опираются на проектируемые колонны, устанавливаемые на V-образные балки. Балконы и галереи выполняются в стальном каркасе для облегчения веса. В существующей наружной стене здания устанавливаются встраиваемые колонны для опирания балконов и галерей;
- существующие наружные стены зрительного зала по осям I и II реконструируются и усиливаются железобетонными колоннами-пилястрами;
- существующие фундаменты усиливаются с помощью устройства по периметру дополнительных буронабивных свай и грунтоцементных армированных элементов;
- выполняются новые свайные фундаменты под проектируемые несущие конструкции;
- выполняется подземная галерея для прохода под зданием кинотеатра между пристраиваемым музеем и кинотеатрами с южной стороны, и кафе — с северной стороны.

Для снижения нагрузок на здание предусмотрены следующие мероприятия:

- демонтаж существующих полов и перегородок с устройством современных из облегченных материалов — ГКЛ, ГВЛ, газобетонные блоки автоклавного твердения;
- демонтаж покрытия зала (в том числе сборных ж/б плит, не соответствующих требованиям к покрытиям в сейсмических районах согласно результатам обследования) с устройством легкого мембранного покрытия по профилированному листу;
- демонтаж существующих галерей вдоль зала с устройством новых галерей, перекрытий и балконов по стальным балкам и колоннам;

– демонтаж ненесущих наружных стен административной части с устройством сейсмостойких ненесущих стен из газобетонных блоков автоклавного твердения.

Для возможности устройства пристраиваемой подземной части и защиты реконструируемого здания выполняется стена в грунте (шпунтовое ограждение) толщиной 600–800 мм по периметру реконструируемого здания и по периметру пристраиваемого подземного пространства с устройством распорной системы из стальных труб и анкерного крепления в двух–четырёх уровнях. Распорная система демонтируется по мере возведения подземной части и переопираания стены в грунте на каркас проектируемого стилобата.

Выполняется усиление существующих свайных фундаментов буроинъекционными сваями для передачи нагрузок от существующих фундаментов на плотные пески в основании здания и возможности вывешивания существующих фундаментов с учетом устройства пристраиваемой подземной части ниже острия существующих свай [12–15].

Для приведения здания к требованиям сейсмических норм выполняется объединение блока фойе со зрительным залом и бывшей административной части в единый сейсмический отсек. Проектируемые ядра жесткости административной части включаются в работу сейсмоблока «фойе — зрительный зал». При данном решении опирание балок покрытия выполняется на объединенный сейсмоблок.

Также выполняется конструктивное усиление отдельных элементов колонн и балок, имеющих недостаточную несущую способность по данным расчета на основное и особое сочетание нагрузок.

Стальные элементы наклонных колонн фойе усиливаются по расчету. Узлы опирания наклонных колонн усиливаются как жесткие.

Балки покрытия зрительного зала Б1 сохраняются и усиливаются по расчету. Демонтаж каркаса административной части предполагает переопирание балок покрытия на временные опоры, устанавливаемые по оси В. После демонтажа и возведения проектируемой административной части вновь возводимых балок по оси Г на них переопираются существующие металлические балки. Выполняется реконструкция опорного шарнира балок по оси Г.

Консольные фермы по оси I, II демонтируются и выполняются заново с креплением к встроенному каркасу стен по оси I, II. Заменяется система связей в козырьке в осях А1–А/Б.

Элементы железобетонных конструкций с выявленными в ходе обследования дефектами восстанавливаются и усиливаются по расчету.

Наружные эвакуационные лестницы демонтируются и возводятся в монолитном железобетонном исполнении заново на проектируемом стилобате. Существующая лестница в фойе сохраняется и усиливается.

Для оценки надежности принятых в проекте конструктивных решений был выполнен проверочный расчет пространственной модели сооружения на проектные нагрузки и воздействия. Расчет выполнен с использованием программного комплекса STARK ES.

В качестве расчетной модели использована пространственная оболочечно-стержневая модель, в которой несущие колонны, ригели и элементы ферм представлены стержневыми элементами общего вида, оболочка покрытия, плиты перекрытий и стены — элементами плоской оболочки (рис. 3).

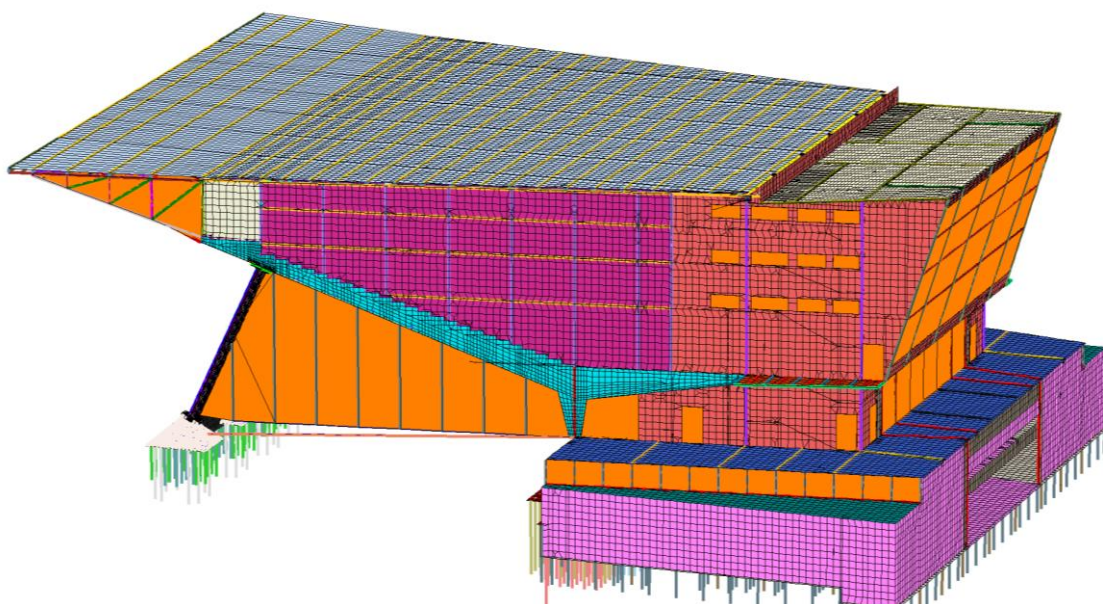


Рис. 3. Конечно-элементная модель кино-эстрадного зала (блок А1) [14]

Элементы встроенных помещений в осях В–Г/1–3, В–Г/7–11, В–Г/15–18 и пристройки на кровле в осях А1–А/7–13 заданы только для сбора и передачи нагрузки на несущие элементы каркаса.

При расчете здания были учтены следующие нагрузки и воздействия:

- вертикальные постоянные нагрузки от собственного веса несущих и ограждающих конструкций;
- длительные нагрузки от инженерного оборудования;
- временные нагрузки на перекрытия и покрытие;
- снеговая нагрузка;
- средняя и пульсационные составляющие ветровой нагрузки;
- сейсмическое воздействие на сооружение;
- особые аварийные воздействия в виде особого сочетания нагрузок с учетом экстремальных климатических воздействий.

Нормированные параметры и условия объекта строительства приведены в таблице 1. На рис. 4 показаны значения параметров для расчета на сейсмическое воздействие.

Таблица 1

Нормированные параметры и условия объекта строительства

Название	Значение	Нормативный документ, пункт
Уровень и класс ответственности сооружения, коэффициент надежности по ответственности	Нормальный, КС–2	№ 190-ФЗ, ст. 48.1 № 384-ФЗ
Значение коэффициента надёжности по ответственности сооружения, γ_n	1,0	ГОСТ 27751-2014
Ветровая нагрузка: – ветровой район; – нормативное значение ветрового давления, кПа.	IV 0,48	СП 20.13330.2016
Снеговая нагрузка: – снеговой район; – нормативное значение веса снегового покрова, кПа.	II 1,1	СП 20.13330.2016
Климатический район/подрайон	III/ШБ,	СП 131.13330.2020
Гололедная нагрузка	III 10 мм	СП 20.13330.2016
Сейсмичность района строительства – карта А – карта В	7 баллов 8 баллов	Сейсмическое микрорайонирование

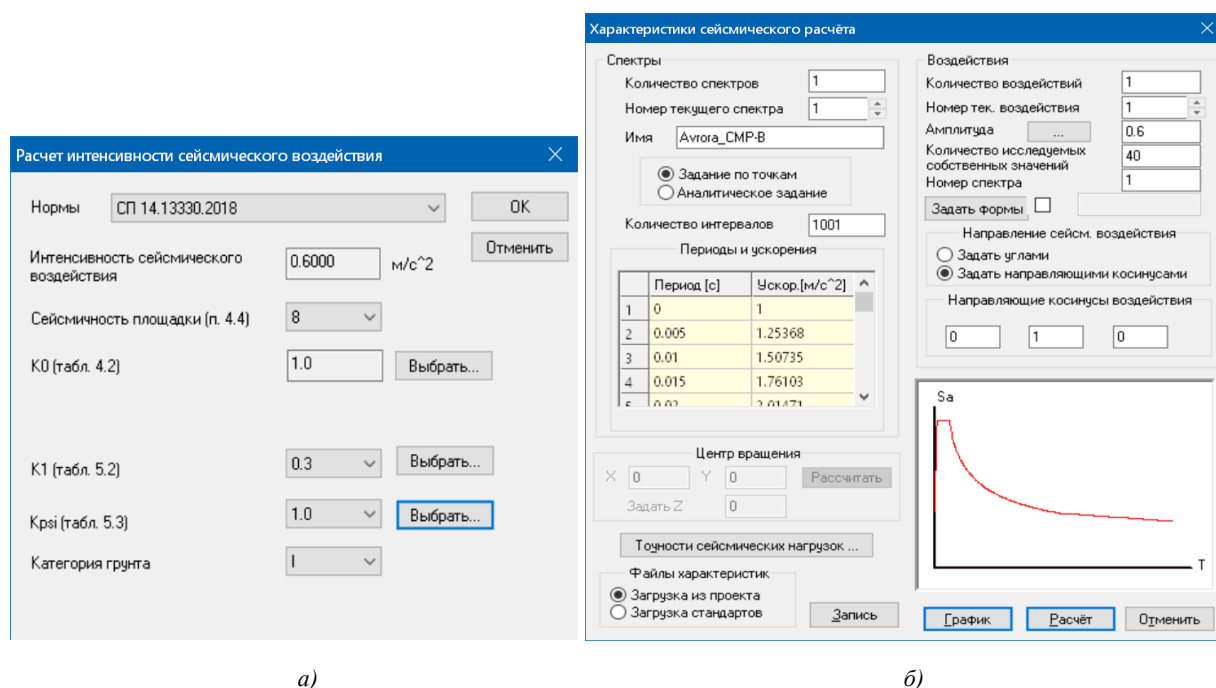


Рис. 4. Значения параметров для расчета на сейсмическое воздействие: а — расчет интенсивности сейсмического воздействия; б — характеристики сейсмического расчета

Всего в расчетной модели кино-эстрадного зала было использовано 25 загрузок для учета всех нагрузок. На рис. 5–6 показаны схемы приложения ветровых нагрузок в направлениях +X и +Y соответственно.

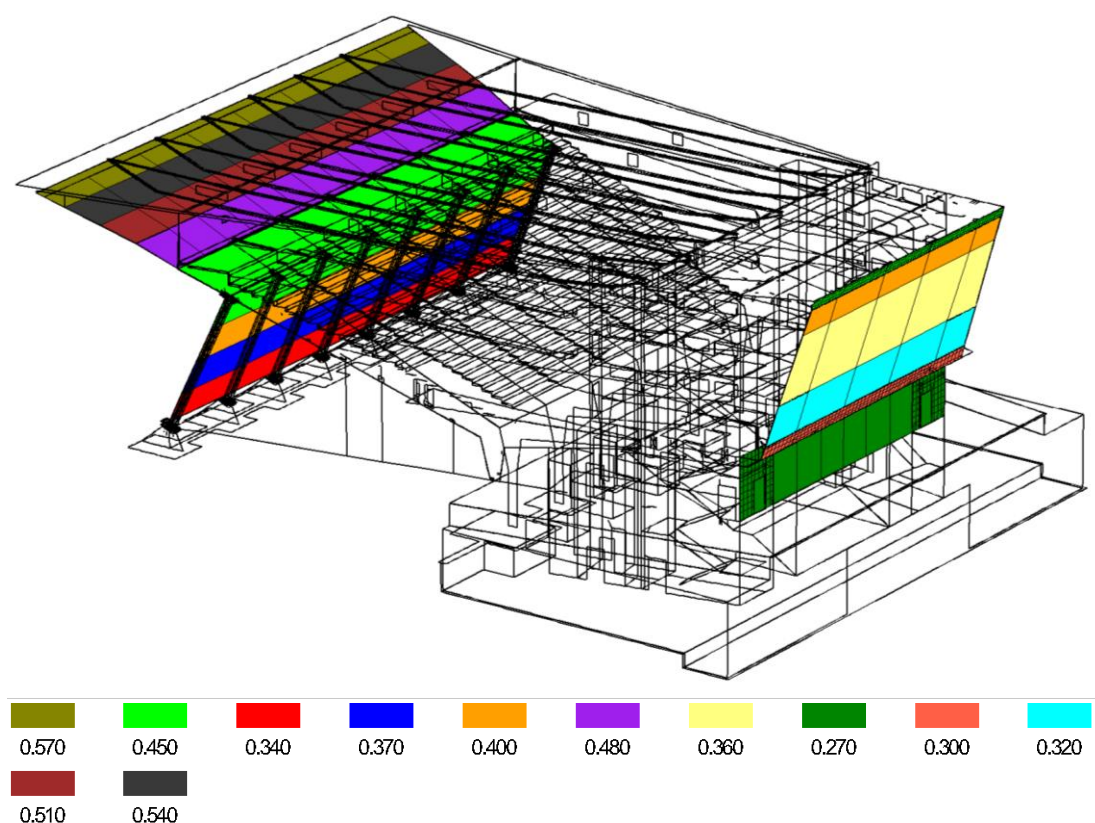


Рис. 5. Схема приложения ветровой нагрузки. Направление +X, кН/м² [14]

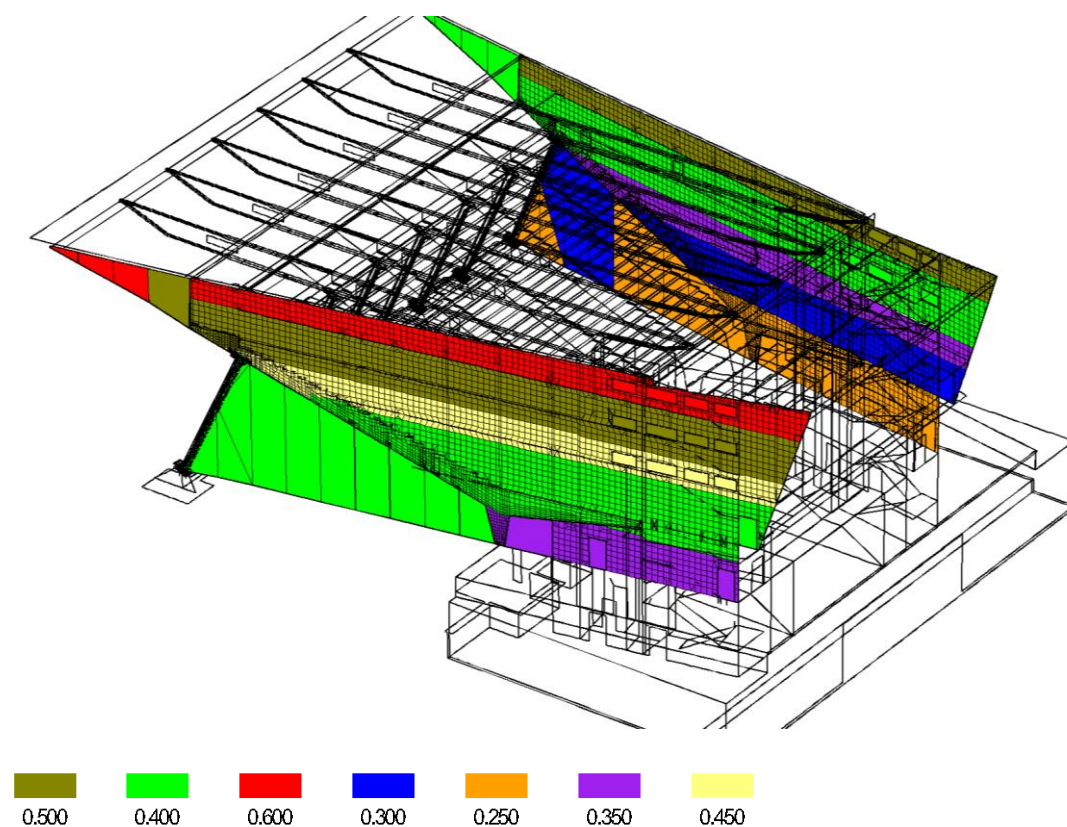


Рис. 6. Схема приложения ветровой нагрузки. Направление +Y, кН/м² [14]

Результаты исследования. Осадка фундамента оценивалась для основных сочетаний полных значений нормативных нагрузок. Картина осадок фундамента представлена на рис. 7. Максимальная осадка составила 12,4 мм.

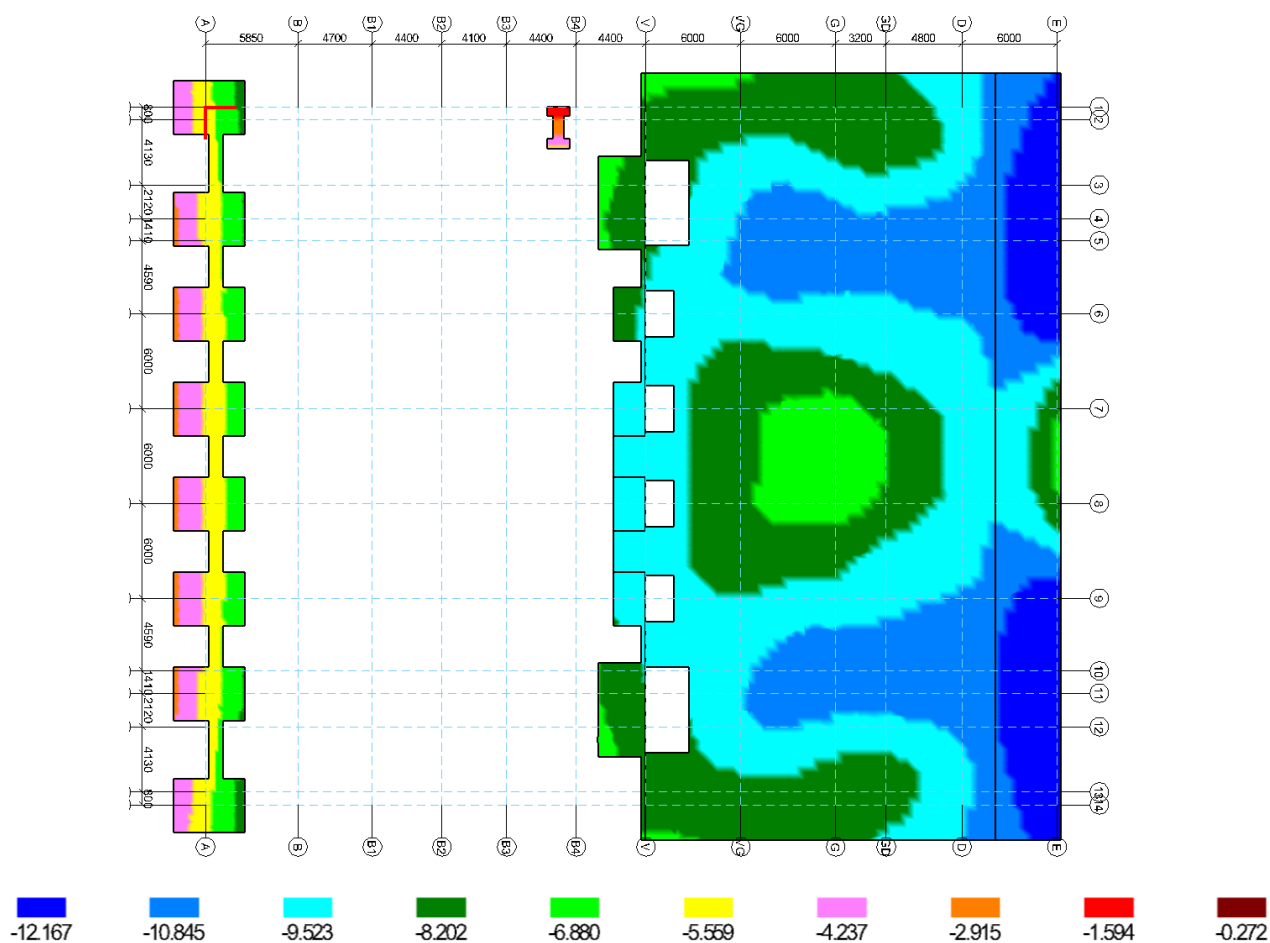


Рис. 7. Картина осадок фундамента U_z [14]

Максимальное значение относительной разницы осадок от основных сочетаний нагрузок составило $\Delta s/L = 0,00032$, что не превышает предельного значения, равного 0,004.

Горизонтальные отклонения верха здания оценивались для основных сочетаний полных значений нормативных нагрузок (рис. 8).

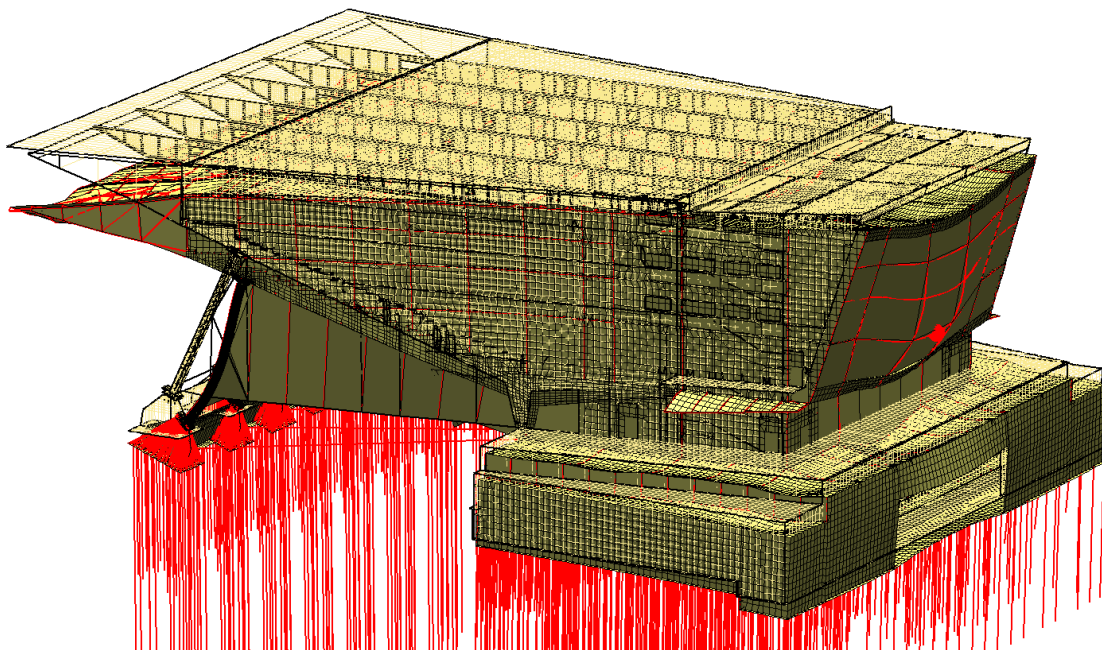


Рис. 8. Горизонтальные перемещения верха здания [14]

Максимальные горизонтальные перемещения верха здания от нормативных величин нагрузок составляют 19,3 мм, что не превышает предельно допустимое значение, равное 36 мм.

Результаты расчета первой формы потери устойчивости и соответствующий ей критический параметр нагрузки P_{cr} приведены на рис. 9.

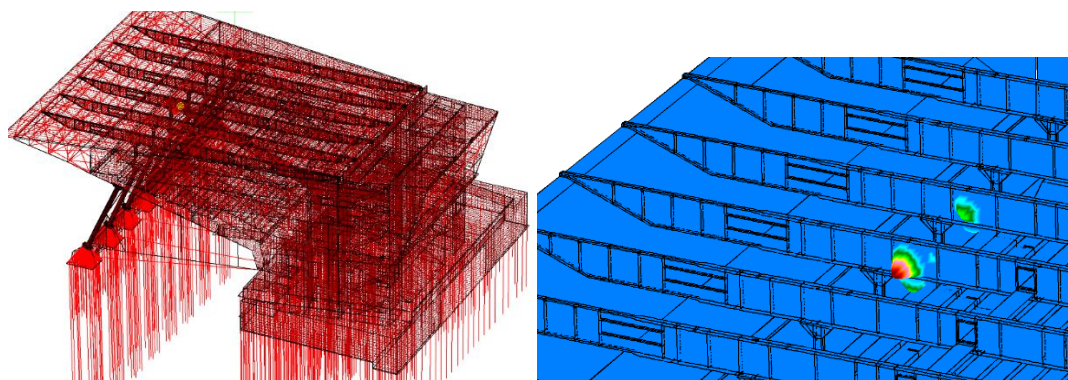


Рис. 9. Форма 1 потери устойчивости [14]

Наименьший критический параметр нагрузки (запас устойчивости) с учетом коэффициента надежности по ответственности равен 1,56. Общая устойчивость несущих конструкций здания обеспечена.

Для повышения надежности исторических конструкций балок покрытия было рекомендовано увеличить устойчивость стенки в приопорных зонах до значения P_{cr} не менее 2,0.

На рис. 10 показаны первые общие формы собственных колебаний кино-эстрадного зала.

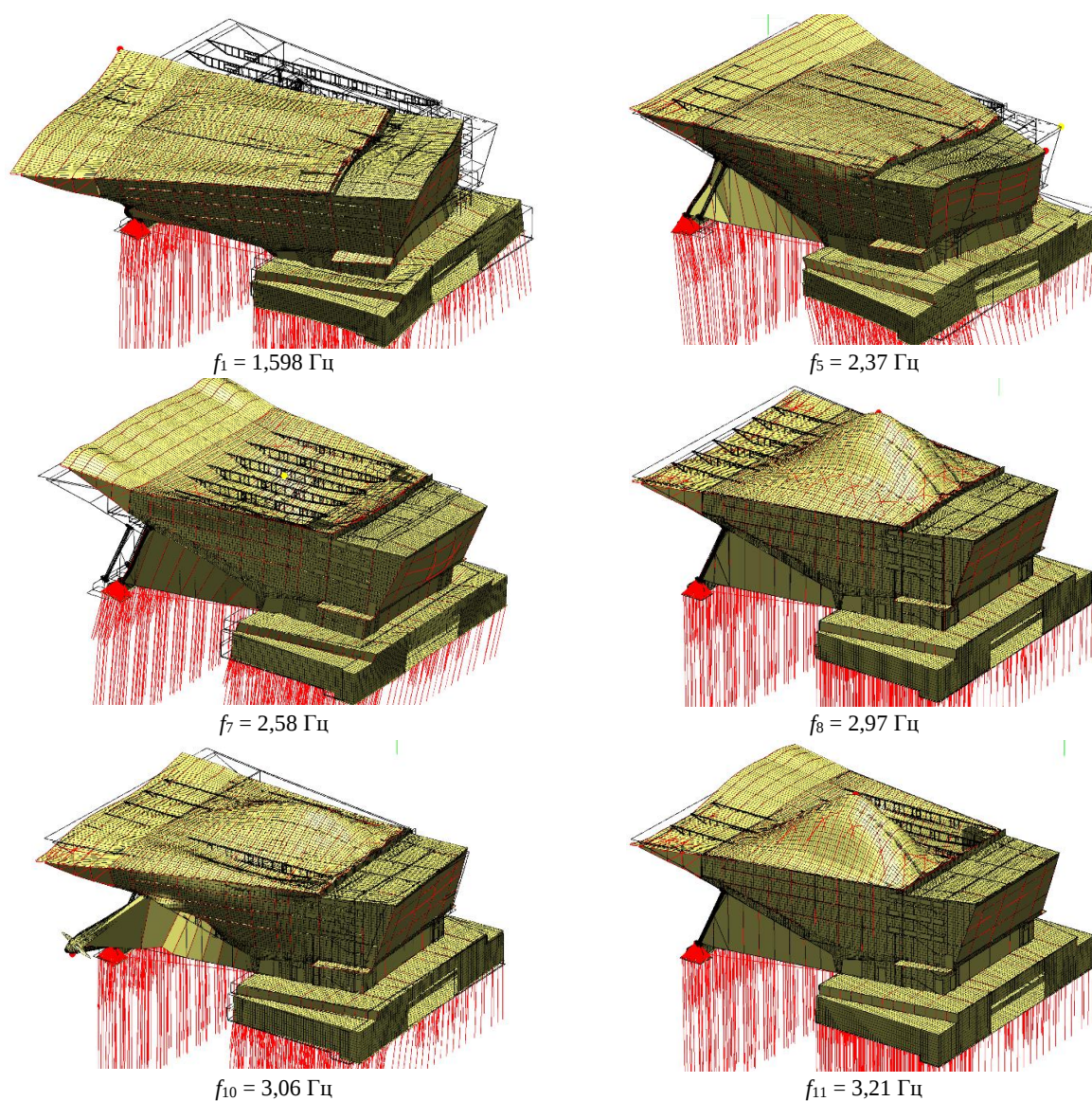


Рис. 10. Формы собственных колебаний, блок А1 [14]

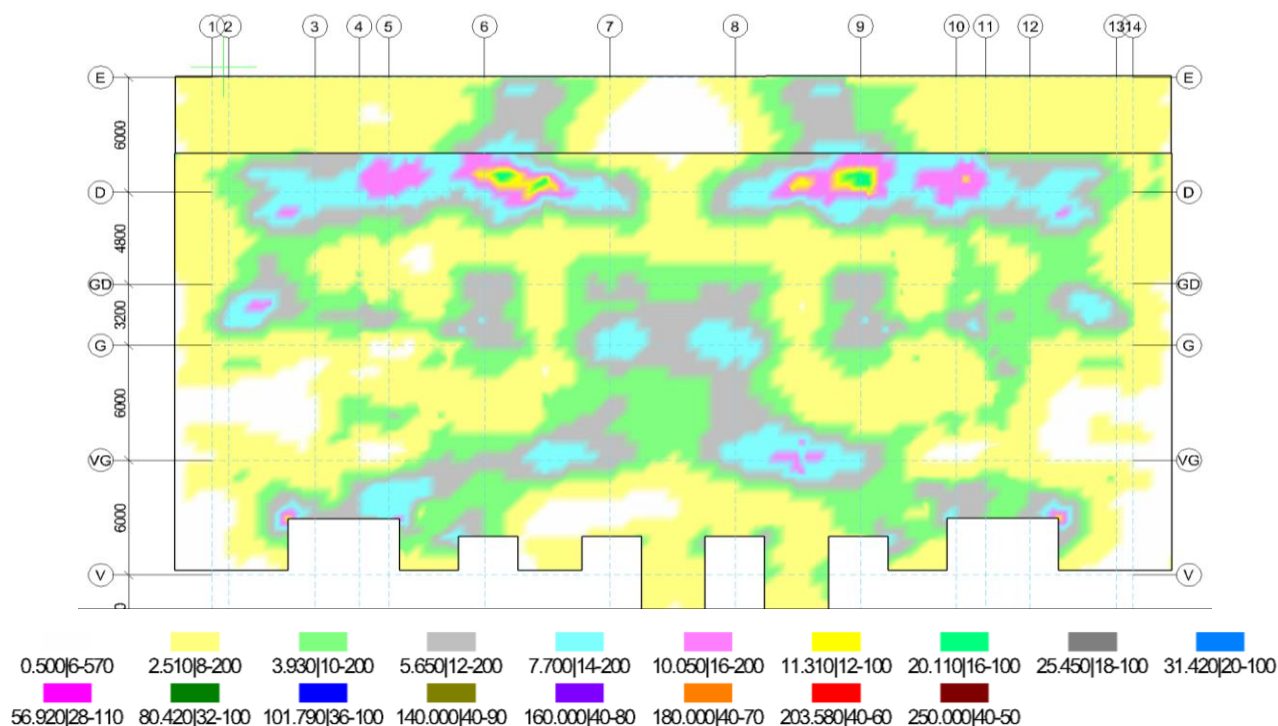
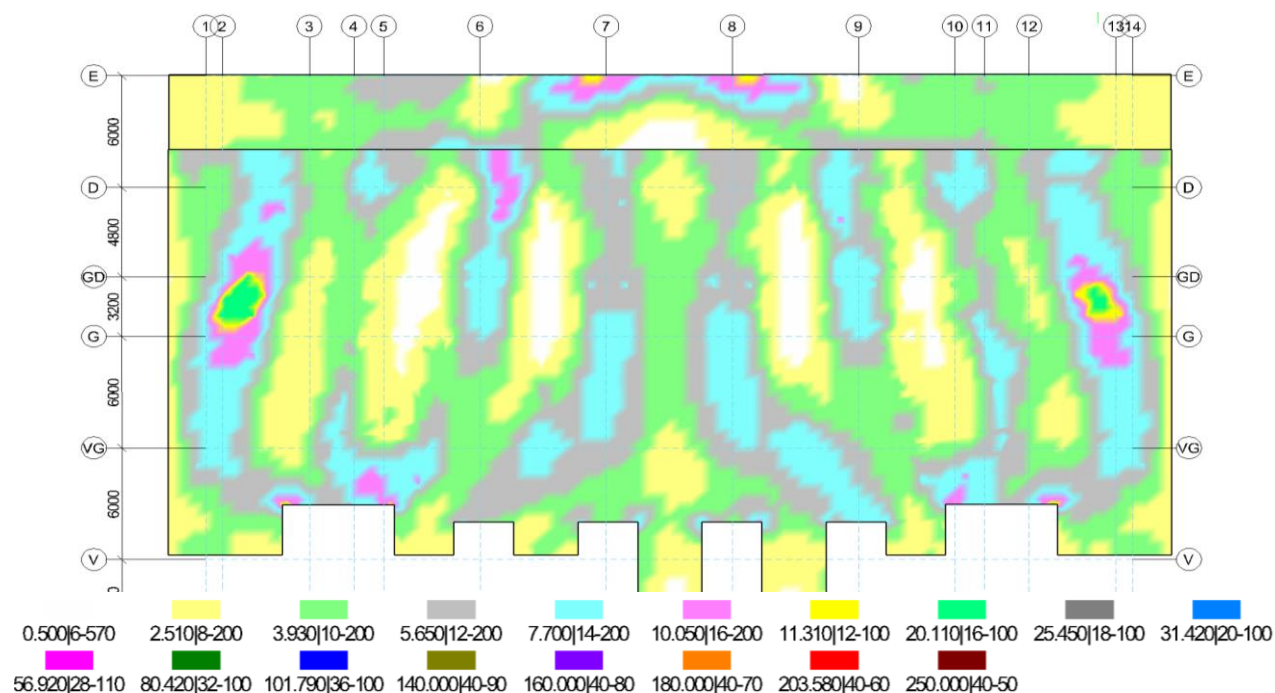
Расчет количества арматуры выполнен при основных сочетаниях нагрузок с учетом условий прочности и трещиностойкости. Характеристики материалов железобетонных конструкций приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики материалов конструкций

Конструкция	Класс бетона	Класс продольной арматуры	Класс поперечной арматуры	Толщина защитного слоя			
				SO, мм	SU, мм	RO, мм	RU, мм
Фундамент	B30	A500C	A240	50	80	80	50
V-балка Б1.1 истор.	B25	АП	АП	40	40	60	60
V-балка Б1.1 усил. торкрет	B30	A500C	A240	20	20	45	45

Результаты подбора необходимого армирования фундамента приведены ниже на рис. 11–14.

Рис. 11. Армирование фундамента. Верхняя продольная арматура в направлении оси R, см²/м [14]Рис. 12. Армирование фундамента. Верхняя продольная арматура в направлении оси S, см²/м [14]

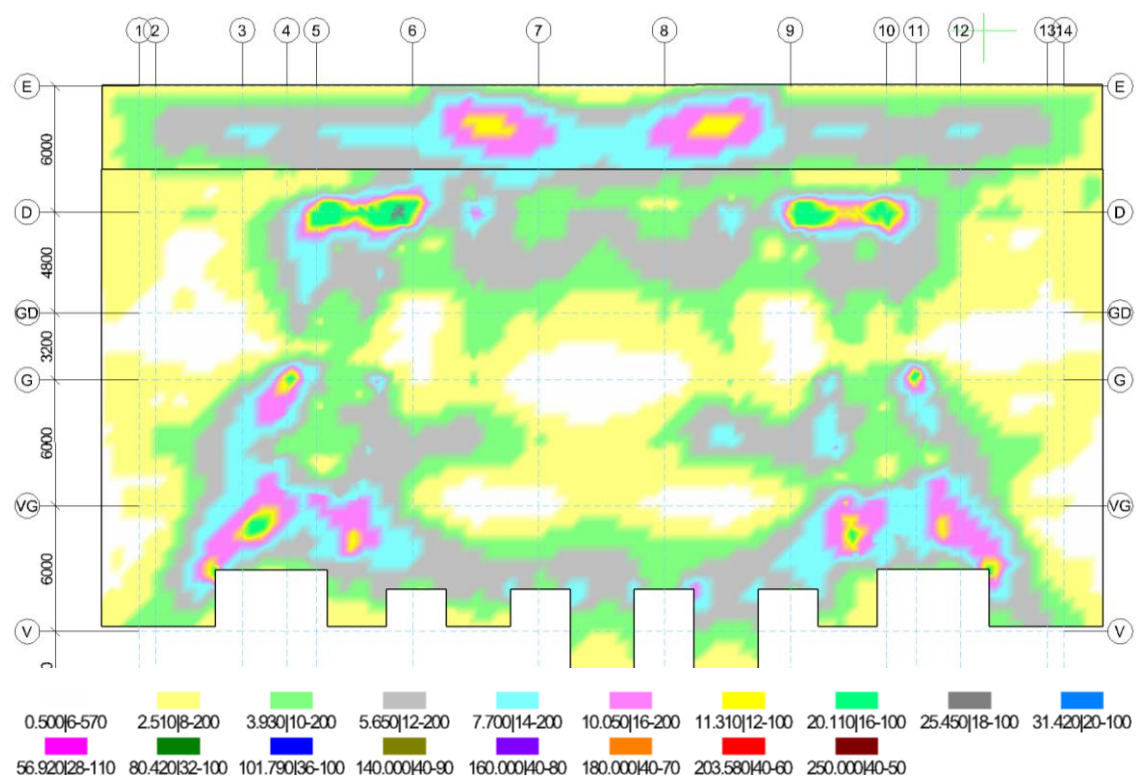


Рис. 13. Армирование фундамента. Нижняя продольная арматура в направлении оси R, $\text{см}^2/\text{м}$ [14]

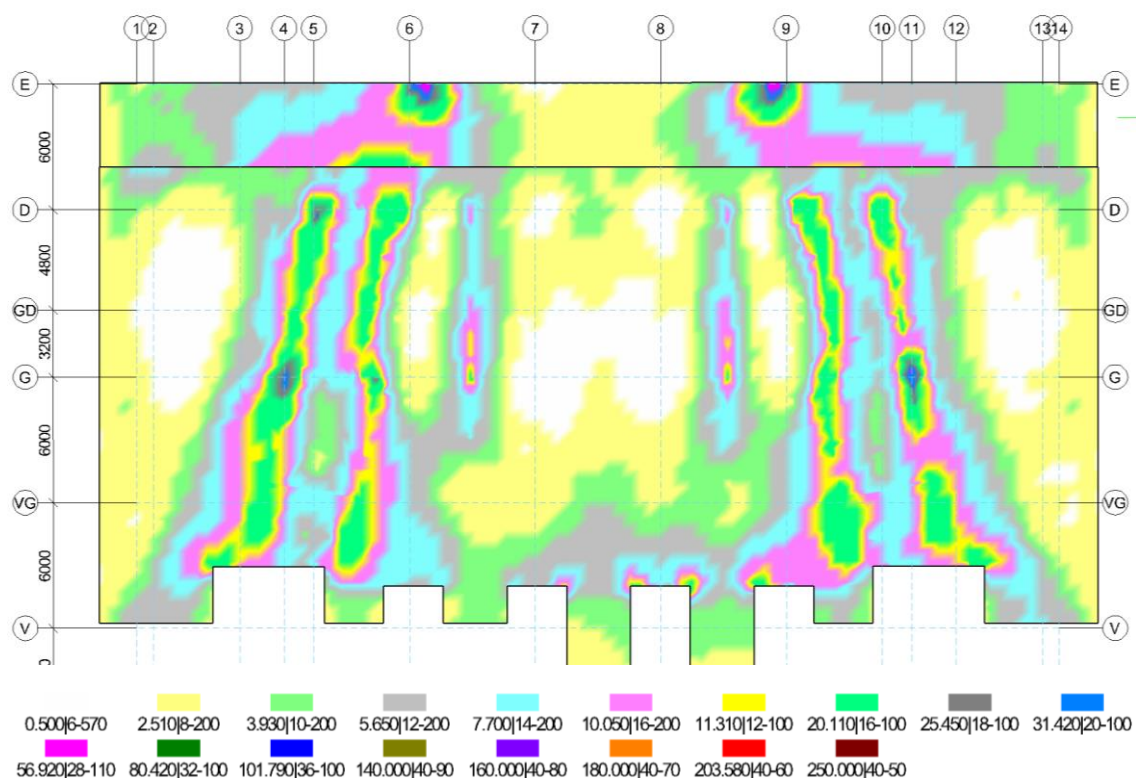


Рис. 14. Армирование фундамента. Нижняя продольная арматура в направлении оси S, $\text{см}^2/\text{м}$ [14]

Требуемое армирование существующей V-балки показано на рис. 15–16.

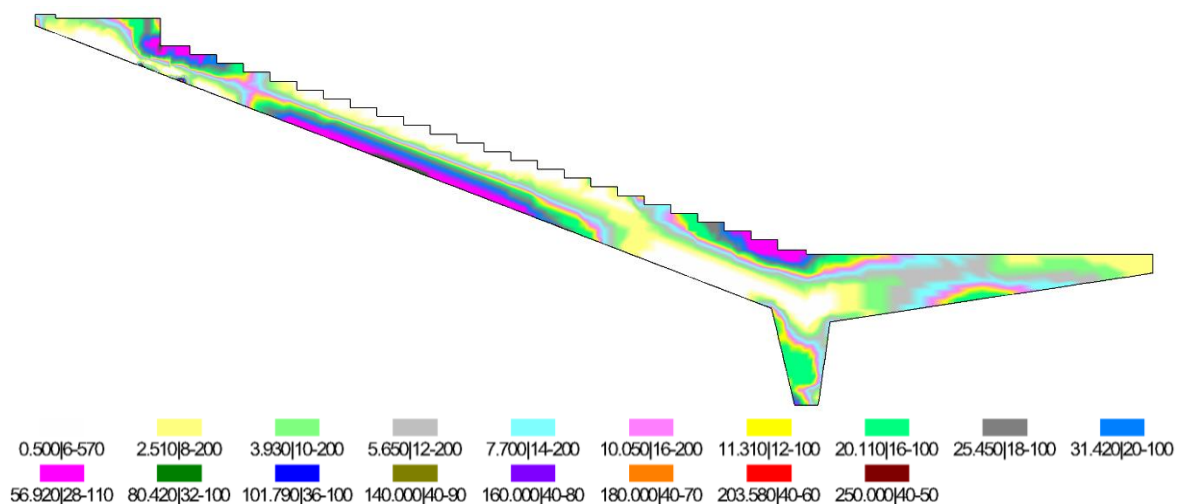


Рис. 15. Армирование существующей V-балки. Верхняя и нижняя продольная арматура в направлении оси R, $\text{см}^2/\text{м}$ [14]

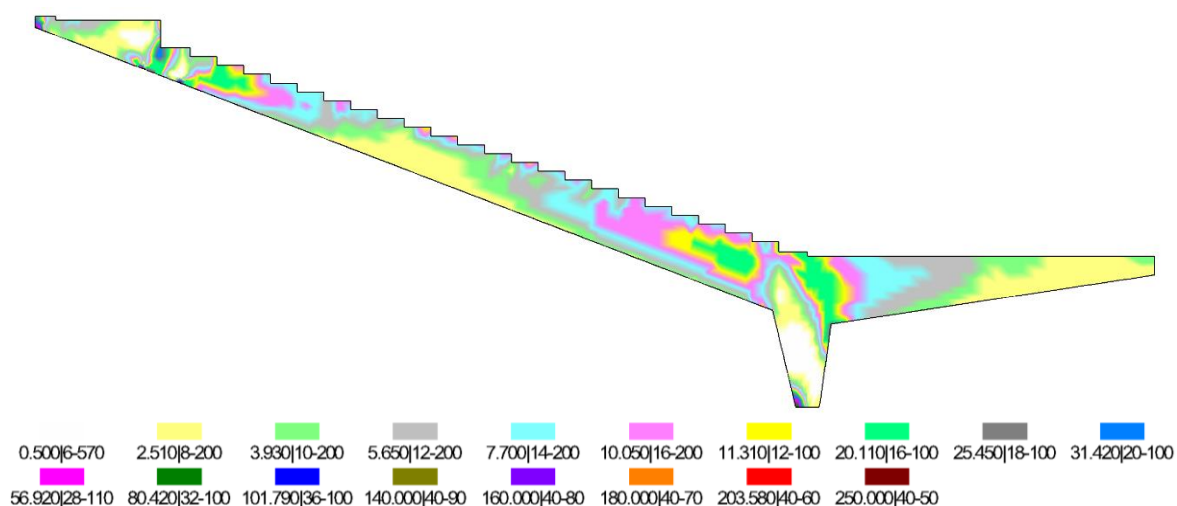


Рис. 16. Армирование существующей V-балки. Верхняя и нижняя продольная арматура в направлении оси S, $\text{см}^2/\text{м}$ [14]

Напряжения в стальных балках покрытия оценены по теории прочности Губера-Мизеса для *min/max* наложения при различных комбинациях. Результаты показаны на рис. 17–18.

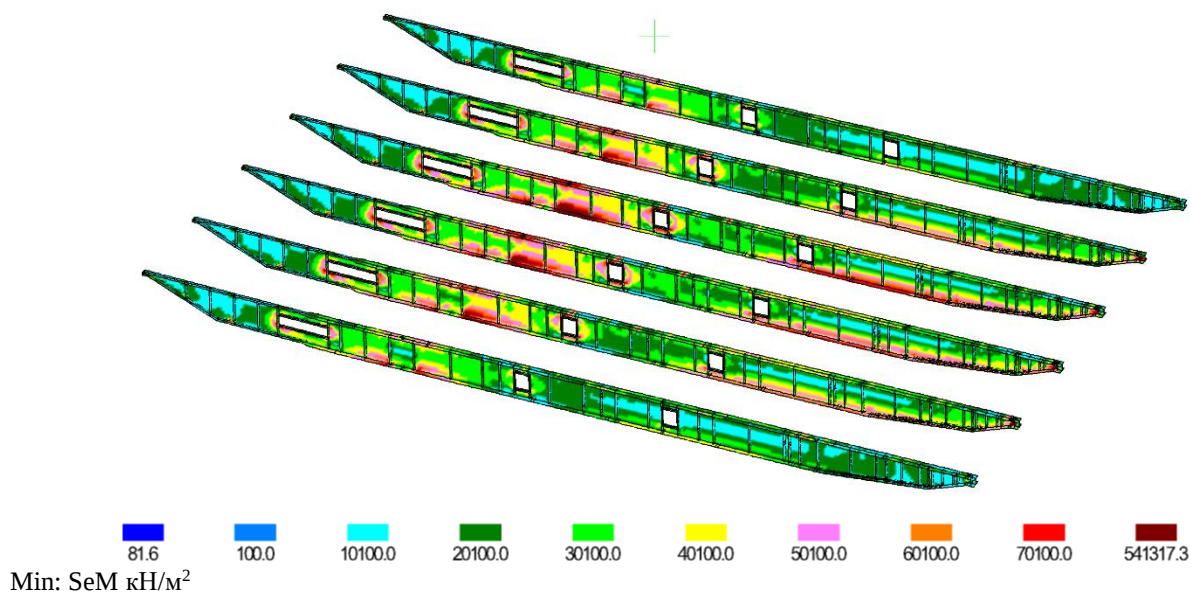


Рис. 17. Напряжения в стальных балках покрытия для *min* наложения при различных комбинациях [14]

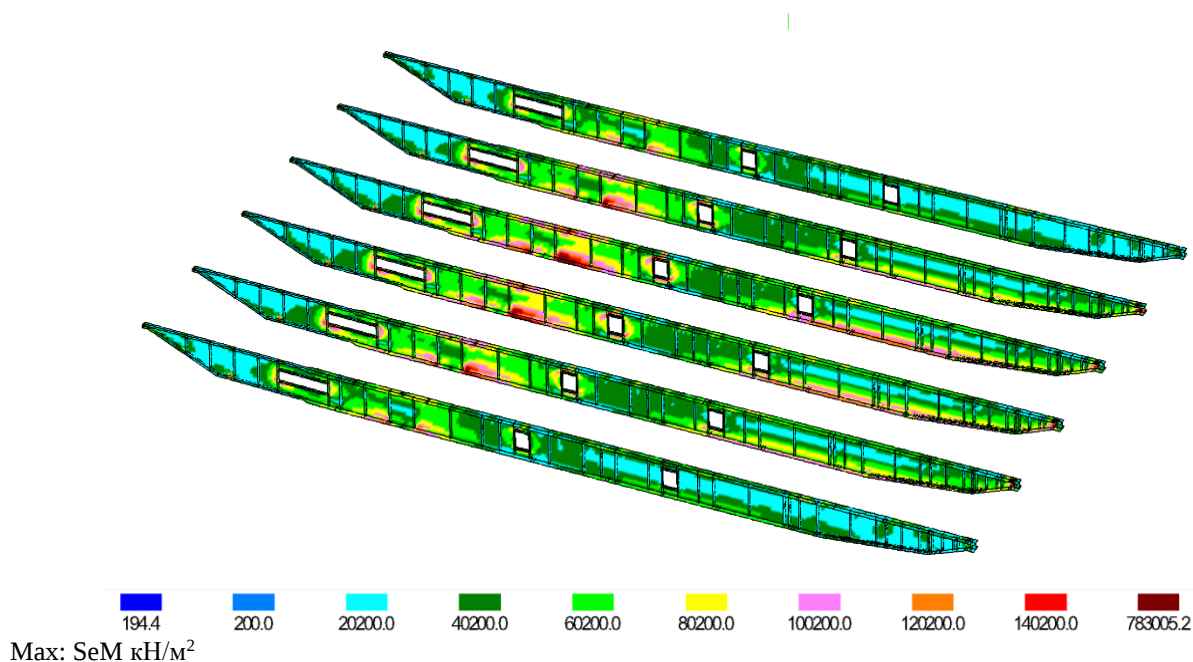


Рис. 18. Напряжения в стальных балках покрытия для m_{ax} наложения при различных комбинациях [14]

Несущая способность элементов балок покрытия в осях А–В при основных и особых сочетаниях нагрузок обеспечена.

Обсуждение и заключение. В рамках расчетов несущих конструкций кино-эстрадного зала (блок А1) были выполнены следующие работы:

1. Анализ проектной документации, материалов исследований.
2. Формирование пространственной расчетной схемы здания с использованием апробированного и сертифицированного программного комплекса ПК STARK ES.
3. Сбор нагрузок на конструкции на основании предоставленной документации с учетом требований норм.
4. Расчет форм и частот собственных колебаний конструкций.
5. Проверка общей линейно-упругой устойчивости несущей системы здания при основных сочетаниях нагрузок и воздействий.
6. Проверка общей жесткости несущей системы здания, осадок фундамента, вертикальных прогибов плит при основных сочетаниях нагрузок и воздействий.

7. Расчет основных элементов железобетонных и стальных конструкций здания по предельным состояниям.

На основании анализа результатов проверочного расчета несущих конструкций кино-эстрадного зала, выполненного при основных и особых сочетаниях нагрузок и воздействий (с учетом особых нагрузок от сейсмического воздействия, пожарного автомобиля и аварийного воздействия снега), можно заключить следующее:

1. Общая жесткость и линейно-упругая устойчивость несущей системы здания обеспечены.
2. Осадка фундамента, горизонтальные перемещения конструкций здания не превышают предельных значений.
3. Напряжения в элементах стальных конструкций не превышают расчетных сопротивлений стали.
4. Количество арматуры в железобетонных конструкциях здания должно быть принято не меньше, чем в результатах расчета.

Таким образом, принятые в проекте кино-эстрадного зала (блок А1) конструктивные решения обеспечивают надежность, прочность, жесткость и устойчивость несущих строительных конструкций при основных и особых сочетаниях расчетных нагрузок и воздействий.

При разработке проектной документации на стадии РД, а также в процессе строительства рекомендуется:

1. Выполнить испытания конструкций фасада с целью проверки проектных решений и подтверждения механической безопасности.
2. Разработать РД на усиление стальных балок покрытия с учетом всех стадий монтажа (демонтажа) конструкций на основании соответствующих расчетов. Необходимо учесть возможные изменения расчетной схемы работы балки и изменение схемы раскрепления конструкций поясов и стенки.
3. Предусмотреть НТС при разработке усиления железобетонных V-балок трибун на стадии РД и при производстве работ. При расчете усиления необходимо учесть стадии монтажа и совместную работу старого и нового материала, а также требования к огнестойкости конструкций.

Список литературы/References

1. Themelis S. *Pushover Analysis for Seismic Assessment and Design of Structures*. Heriot-Watt University: School of the Built Environment; 2008. 287 p. URL: https://www.ros.hw.ac.uk/bitstream/handle/10399/2170/ThemelisS_1008_sbe.pdf?sequence=1 (дата обращения 24.02.2025).
2. Wilson EL *Static & Dynamic Analysis of Structures: a Physical Approach with Em-Phasis on Earthquake Engineering*. Computers and Structures; 2004. 394 p.
3. Маилян Л.Р., Зубрицкий М.А., Ушаков О.Ю., Сабитов Л.С. Расчет высотных сооружений при сейсмическом воздействии уровня «контрольное землетрясение» нелинейным статическим методом на примере Адыгейской ВЭС. *Строительные материалы и изделия*. 2020;3(1):14–20. <https://doi.org/10.34031/2618-7183-2020-3-1-14-20>
- Mailyan LR, Zubritsky MA, Ushakov OYu, Sabitov LS. Calculation of High-Rise Structures Under Seismic Impact of the Control Earthquake Level by the Nonlinear Static Method on the Example of the Adyghe Wind Farm. *Construction Materials and Products*. 2020;3(1):14–20. (In Russ.) <https://doi.org/10.34031/2618-7183-2020-3-1-14-20>
4. Маилян Д.Р., Мурадян В.А. К методике расчета железобетонных внецентренно сжатых колонн. *Инженерный вестник Дона*. 2012;4(2):182. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1333> (дата обращения 24.02.2025).
- Mailyan DR, Muradyan VA. Method of Calculating Eccentrically Compressed Concrete Columns. *Engineering Bulletin of the Don*. 2012;4(2):182. (In Russ.) URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1333> (accessed: 24.02.2025)
5. Муселемов Х.М., Маилян Д.Р., Муселемов Д.У. Напряжённо-деформированное состояние трехслойной трубчатой конструкции при воздействии равномерно распределенной импульсной нагрузки. *Инженерный вестник Дона*. 2023;11(107):386–400. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2023/8786> (дата обращения 24.02.2025)
- Muselemov HM, Mailyan DR, Muselemov DU. Stress-Strain State of a Three-Layer Tubular Structure under the Influence of a Uniformly Distributed Pulse Load. *Engineering Bulletin of the Don*. 2023; 11(107):386–400. (In Russ.) URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2023/8786> (accessed: 24.02.2025)
6. Пшеничкина В.А., Дроздов В.В., Чаускин А.Ю. *Сейсмическая надежность зданий повышенной этажности*. Волгоград: ВолгГТУ; 2022. 180 с.
- Pshenichkina VA, Drozdov VV, Chauskin AY *Seismic Reliability of High-Rise Buildings*. Volgograd: Publishing House of Volgograd State Technical University; 2022. 180 p. (In Russ.)
7. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Щербань Е.М. Расчет и проектирование строительных конструкций с учетом вариативности структуры, сечений и дифференциации конструктивных характеристик материалов. *Научный журнал строительства и архитектуры*. 2021;2(62):27–48. <https://doi.org/10.36622/VSTU.2021.62.2.002>
- Mailyan LR, Stelmakh SA, Shcherban EM. Calculation and Design of Building Structures Taking into Account the Variotropy of Structure, Sections and Differentiation of Structural Characteristics of Materials. *Scientific Journal of Construction and Architecture*. 2021;2(62):27–48. (In Russ.) <https://doi.org/10.36622/VSTU.2021.62.2.002>
8. Маилян Л.Р., Зубрицкий М.А., Ушаков О.Ю., Сабитов Л.С., Бамбулевич М.Д. Оценка сейсмостойкости существующих фундаментов паротурбинных установок при сейсмических воздействиях. *Академический вестник УралНИИпроект РААСН*. 2020;4(47):79–83. <https://doi.org/10.25628/UNIIP.2020.47.4.013>
- Mailyan LR, Zubritsky MA, Ushakov OYu, Sabitov LS, Bambulevich MD. Seismic Resistance Estimation of Existing Turbogenerator Foundation Structures under Ductility Level Earthquake Impact by Nonlinear Static Method. *Academic Bulletin of UralNIIProekt RAASN*. 2020;4(47):79–83. (In Russ.) <https://doi.org/10.25628/UNIIP.2020.47.4.013>
9. Маилян Л.Р., Языев С.Б., Сабитов Л.С., Коноплев Ю.Г., Радайкин О.В. Напряженно-деформированное состояние системы «комбинированная башня — железобетонный фундамент — грунт основания» высотных сооружений. *Строительные материалы и изделия*. 2019;2(6):29–37. <https://doi.org/10.34031/2618-7183-2019-2-6-29-37>
- Mailyan LR, Yazyev SB, Sabitov LS, Konoplev YuG., Radaykin OV. Stress-Strain State of the System "Combined Tower - Reinforced Concrete Foundation - Foundation Soil" of High-Rise Buildings. *Construction Materials and Products*. 2019;2(6):29–37. (In Russ.) <https://doi.org/10.34031/2618-7183-2019-2-6-29-37>
10. Абаканов Т., Кусайнов А.А., Теплых А.В., Бондарев Д.Е. *Сейсмология и сейсмостойкость сооружений*. М.: СКАД СОФТ, АСВ; 2024. 624 с. URL: <https://iasv.ru/seismologiya-i-sejmostojkost-sooruzhenij.html> (дата обращения 24.02.2025).
- Abakanov T, Kusainov AA, Teplykh AV, Bondarev DE *Seismology and Seismic Resistance of Structures*. Moscow: SKAD SOFT Publishing House, ASV Publishing House; 2024. 624 p. (In Russ.) URL: <https://iasv.ru/seismologiya-i-sejmostojkost-sooruzhenij.html> (accessed: 24.02.2025).

11. Мажиев Х.Н., Батаев Д.К.-С., Газиев М.А., Мажиев К.Х., Мажиева А.Х. *Материалы и конструкции для строительства и восстановления зданий и сооружений в сейсмических районах*. Грозный: КНИИ им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук; 2014. 652 с.

Mazhiev KhN, Bataev DK-S, Gaziev MA, Mazhiev KKh, Mazhieva AKh *Materials and Structures for the Construction and Restoration of Buildings and Structures in Seismic Areas*. Grozny: Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences; 2014. 652 p. (In Russ.)

12. Мажиев Х.Н., Мажиев К.Х., Панасенко Ю.В., Мажиева А.Х., Мажиев А.Х., Мажиев А.Х. Учет нормативных требований при расчете конструкций жизнесберегающих зданий на сейсмические воздействия. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий*. 2024;3(4):17–29. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2024-3-4-17-29>

Mazhiev KhN, Mazhiev KKh, Panasenko YuV, Mazhieva AKh, Mazhiev AKh, Mazhiev AKh Adhering to Regulatory Requirements in Calculation of Earthquake Resistance of the Structures of Life-Saving Buildings. *Modern Trends in Construction, Urban and Territorial Planning*. 2024;3(4):17–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2024-3-4-17-29>

13. Мажиев Х.Н., Мажиев К.Х., Мажиева А.Х., Семенов С.Ю., Мажиев А.Х., Мажиев А.Х. Конструктивная система и расчетно-динамическая модель жизнесберегающего многоэтажного здания с кинематической системой сейсмоизоляции. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий*. 2024;3(3):71–82. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2024-3-3-71-82>

Mazhiev KhN, Mazhiev KKh, Mazhieva AKh, Semenov SYu, Mazhiev AKh, Mazhiev AKh Structural System and Computational Dynamic Model of a Life-Saving Multi-Storey Building with a Kinematic Seismic Isolation System. *Modern Trends in Construction, Urban and Territorial Planning*. 2024;3(3):71–82. (In Russ.) <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2024-3-3-71-82>

14. Научно-техническое заключение по теме: «Научно-техническое сопровождение проектирования объекта культурного наследия регионального значения «Кинотеатр Аврора», 1967г., расположенного по адресу: г. Краснодар, ул. Красная, 169, лит.А. Реконструкция и приспособление для современного использования». Том I. Киноэстрадный зал (Блок А1)». Москва: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство»; 2024. 65 с.

Scientific and Technical Expertise on the Topic: "Scientific and Technical Support for the Design of a Cultural Heritage Site of Regional Significance "Aurora Cinema", 1967, located at Krasnodar, Krasnaya St., 169, lit. A. Reconstruction and Adaptation for Modern Use." Volume 1. Cinema and Variety Hall (Block A1). Moscow: Central Research Institute of Building Structures named after VA Kucherenko, JSC "Research Center "Construction"; 2024. 65 p. (In Russ.)

15. Рекомендации по учёту волнового характера сейсмического воздействия и защите от аварийных ситуаций. Москва: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко; 2024.

Recommendations for Accounting for the Wave Nature of Seismic Impact and Protection against Emergencies. Moscow, V.A. Kucherenko Central Research Institute of Structures, 2024. (In Russ.)

Об авторах:

Хасан Нажоевич Мажиев, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных конструкций Грозненского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова (364051, Российская Федерация, Чеченская Республика, г. Грозный, пр-т им. Х.А. Исаева, 100), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9151-4160), seismofund@mail.ru

Казбек Хасанович Мажиев, кандидат технических наук, научный руководитель Научно-технического центра «Безопасность зданий и сооружений при природных и техногенных воздействиях», доцент кафедры строительных конструкций Грозненского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова (364051, Российская Федерация, Чеченская Республика, г. Грозный, пр-т им. Х.А. Исаева, 100); старший научный сотрудник Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук (364051, Российская Федерация, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. В. Алиева, 21а), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9151-4160), seismofund@mail.ru

Юрий Вячеславович Панасенко, руководитель группы экспертных расчетов лаборатории автоматизации исследований и проектирования сооружений Центрального научно-исследовательского института строительных конструкций имени В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство» (109428, Российская Федерация, г. Москва, ул. 2-я Институтская, 6), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9151-4160), panyuriy@eurosoft.ru

Амина Хасановна Мажиева, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций Грозненского государственного нефтяного технического университета (364051, Российская Федерация, Чеченская Республика, г. Грозный, пр-т им. Х.А. Исаева, 100), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9151-4160), seismofund@mail.ru

Аслан Хасанович Мажиев, научный сотрудник отдела физико-математических и технических наук Центра проблем материаловедения Академии наук Чеченской Республики (364043, Российская Федерация, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. В. Алиева, 21а), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9151-4160), seismofund@mail.ru

Республика, г. Грозный, ул. В. Алиева, 19а); старший преподаватель кафедры строительных конструкций, Грозненского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова» (364051, Российская Федерация, Чеченская Республика, г. Грозный, пр-т им. Х.А. Исаева, 100), [ORCID](#), seismofund@mail.ru

Адам Хасанович Мажиев, научный сотрудник отдела физико-математических и технических наук Центра проблем материаловедения Академии наук Чеченской Республики (364043, Российская Федерация, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. В. Алиева, 19а), [ORCID](#), seismofund@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Х.Н. Мажиев: научное руководство, формирование основной концепции, цели, задач исследования и его общее планирование, участие в реализации исследования, анализ его результатов, доработка и развитие выводов, корректировка рукописи.

К.Х. Мажиев: участие в реализации исследования, анализ полученных результатов, корректировка рукописи, формулирование выводов.

А.Х. Мажиева: участие в реализации исследования, в разработке расчетно-динамической модели здания, анализ полученных результатов, формулирование выводов.

Ю.В. Панасенко: разработка расчетно-динамической модели здания, проведение расчетов, реализация основных этапов исследования, обработка и анализ полученных результатов, формулирование выводов.

А.Х. Мажиев: участие в проведении расчетов, реализация основных этапов исследования, обработка и анализ полученных результатов, формулирование выводов, подготовка иллюстраций, первоначального текста и общее оформление рукописи.

А.Х. Мажиев: участие в проведении расчетов, реализация основных этапов исследования, обработка и анализ полученных результатов, формулирование выводов.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the authors:

Khasan N. Mazhiev, Dr.Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Building Structures of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Grozny State Oil Technological University named after Academician M.D. Millionshchikov (100 Kh.A. Isaev pr-t, Grozny, Chechen Republic, 364051, Russian Federation), [ORCID](#), seismofund@mail.ru

Kazbek K. Mazhiev, Cand.Sci. (Eng.), Scientific Director of the Scientific and Technical Center "Safety of Buildings and Structures under Natural and Man-Made Impacts", Associate Professor of the Building Structures Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Grozny State Oil Technological University named after Academician M.D. Millionshchikov" (100 Kh.A. Isaev pr-t, Grozny, Chechen Republic, 364051, Russian Federation); Senior Researcher, Federal State Budgetary Institution of Science "Integrated Research Institute named after Kh.I. Ibragimov of the Russian Academy of Sciences" (21a V. Aliyev str. Grozny, Chechen Republic, 364051, Russian Federation), [ORCID](#), seismofund@mail.ru

Yuri V. Panasenko, Head of the expert calculations group of the Laboratory of Automation of Research and Design of Structures, Central Research Institute of Building Structures named after V.A. Kucherenko, JSC "Research Center "Construction" (6, 2-ya Institutskaya St., Moscow, 109428, Russian Federation), [ORCID](#), panyuriy@eurosoft.ru

Amina K. Mazhieva, Cand.Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Building Structures, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Grozny State Oil Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov" (100 Kh.A. Isaev pr-t, Grozny, Chechen Republic, 364051, Russian Federation), [ORCID](#), seismofund@mail.ru

Aslan K. Mazhiev, Researcher, Department of Physical, Mathematical and Technical Sciences, Center for Materials Science Problems, State Scientific Institution "Academy of Sciences of the Chechen Republic" (19a Vahi Aliyev str., Grozny, Chechen Republic, 364043, Russian Federation); Senior Lecturer, Department of Building Structures, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Grozny State Oil Technological University named after Academician M.D. Millionshchikov" (100 Kh.A. Isaev pr-t, Grozny, Chechen Republic, 364051, Russian Federation), [ORCID](#), seismofund@mail.ru

Adam K. Mazhiev, Researcher, Department of Physical, Mathematical and Technical Sciences, Center for Materials Science Problems, State Scientific Institution "Academy of Sciences of the Chechen Republic" (19a Vahi Aliyev str., Grozny, Chechen Republic, 364043, Russian Federation), [ORCID](#), seismofund@mail.ru

Claimed Contributorship:

KhN Mazhiev: scientific supervision, formation of the main concept, goals, objectives of the study and its general planning, participation in the implementation of the study, analysis of its results, revision and development of conclusions, correction of the manuscript.

KKh Mazhiev: participation in the implementation of the study, analysis of the obtained results, correction of the manuscript, formulation of conclusions.

AKh Mazhiev: participation in the implementation of the research, in the development of a computational and dynamic model of the building, analysis of the results obtained, formulation of the conclusions.

YuV Panasenko: development of a computational and dynamic model of the building, calculations, implementation of the main stages of the study, processing and analysis of the obtained results, formulation of conclusions.

AKh Mazhiev: participation in calculations, implementation of the main stages of the research, processing and analysis of the results obtained, formulating conclusions, preparing illustrations, the original text and general design of the manuscript.

AKh Mazhiev: participation in calculations, implementation of the main stages of the study, processing and analysis of the obtained results, formulating conclusions.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Поступила в редакцию / Received 02.03.2025

Поступила после рецензирования / Reviewed 15.03.2025

Принята к публикации / Accepted 09.04.2025