

aspects of the study is the use of polymer additives that improve the physical and mechanical properties of the material and increase its durability, and glass microsphere production wastes, in turn, are an effective microfiller of aerated concrete, increasing its physical and mechanical properties. According to the results of the study, it is concluded that the developed non-autoclaved aerated concrete can be a competitive low-energy-intensive structural material for monolithic low-rise construction, combining also thermal insulation functions.

**Keywords:** structural aerated concrete, non-autoclave, polymer, polymer cement binder, strength, density, modification of aerated concrete, waste from the production of glass microspheres.

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*BELOV Vladimir Vladimirovich* – Adviser of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Building Materials and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: vladim-bel@yandex.ru

*MIKAELYAN Khachatur Arsenovich* – Master's Degree Student, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: xach200@mail.ru

#### CITATION FOR AN ARTICLE

Belov V.V., Mikaelyan K.A. Structural aerated concrete of non-autoclave hardening for monolithic low-rise construction // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2025. No. 1 (25), pp. 5–11.

УДК 721.011:624.074

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОССТАНАВЛИВАЕМОЙ ЧАСТИ ИЛЬИНСКОЙ ЦЕРКВИ НА СУЩЕСТВУЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

*Т.М. Гуревич, Е.И. Примакина*

*Костромская государственная сельскохозяйственная академия  
(Костромская область, пос. Караваево)*

© Гуревич Т.М., Примакина Е.И., 2025

**Аннотация.** В данной работе приведены результаты исследования влияния восстанавливаемой части культового сооружения на существующие конструкции. Представлены результаты расчетов нескольких пространственных моделей сооружения. Сделаны выводы о целесообразности восстановления объекта согласно проектному решению.

**Ключевые слова:** восстановление, фундаменты, своды, расчетные модели, осадки, напряжения.

**DOI:** 10.46573/2658-7459-2025-1-11-24

Церковь Святого Илии Пророка по улице Советской (бывшей Русиной) является одним из архитектурных памятников г. Костромы. Церковь располагается в начале улицы, непосредственно за зданием бывшей гостиницы «Старый двор». В период своего существования сооружение претерпело ряд конструктивных и архитектурных изменений [1–3].

В 1930 г. церковное здание было частично разрушено: разобраны до фундаментов алтарь и четверик, уничтожены два верхних яруса колокольни. Сохранились трапезная и первый ярус колокольни (рис. 1).



Рис. 1. Храм Святого Пророка Илии. Фото 1930 г.

В настоящее время разработан проект реконструкции храма, исполнителем выступает ООО «ФедорБюро». В 2016 г. начались восстановительные работы.

В результате проделанных работ открылись частично сохранившиеся фрески на сводах и стенах (рис. 2). Практически сразу встал вопрос об их консервации и о возможности хотя бы частичного восстановления утраченных росписей. Предварительная экспертиза показала, что необходимо проведение дорогостоящих мероприятий по сохранению фресок.



Рис. 2. Фрагменты фресок в Ильинском храме

К настоящему моменту по проекту ООО «ФедорБюро» восстановлены второй и третий ярусы колокольни на основе фотографий начала XX в. (рис. 3, 4).

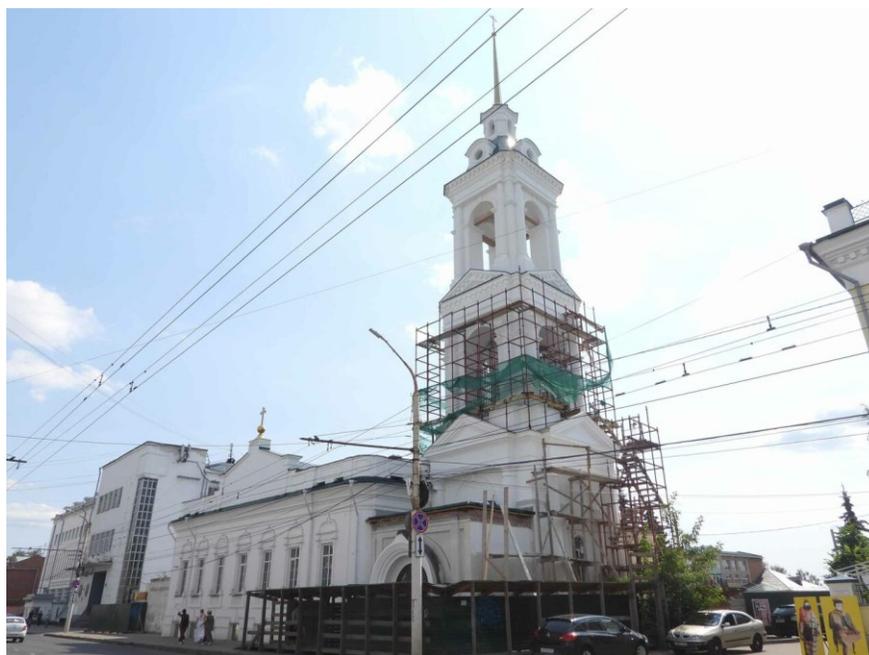


Рис. 3. Церковь Святого Пророка Илии. Фото 2021 г.

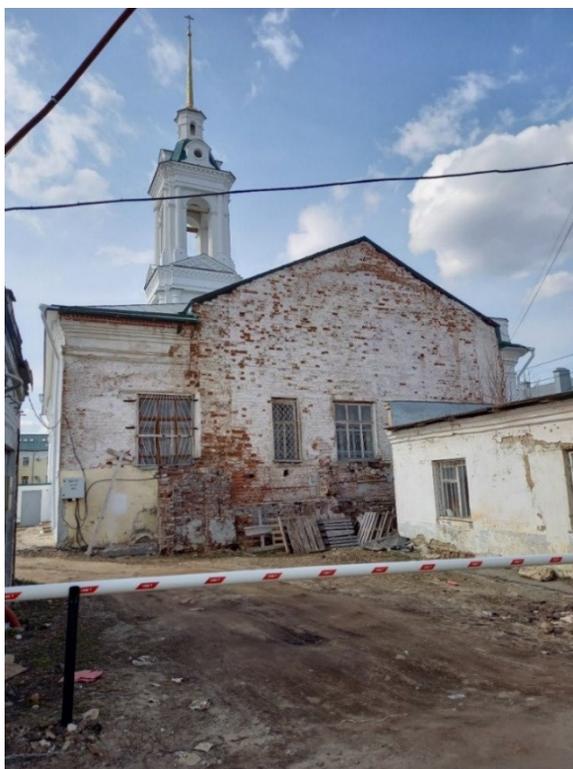


Рис. 4. Церковь Святого Пророка Илии (восточный фасад). Фото 2023 г.

В последние годы был разработан проект восстановления четверика с алтарем. В проекте отсутствует оценка влияния вновь возводимой (восстанавливаемой) части церкви на конструкции существующей части (в частности, на напряженно-деформированное состояние системы сводов трапезной).

Нами были выполнены расчеты нескольких моделей здания с использованием ПК ЛИРА-САПР [4–6]. За основу были взяты проектные материалы, предоставленные ООО «ФедорБюро» (рис. 5, 6) и ООО «Волга-44», а также технический отчет ООО «Промстройизыскания».

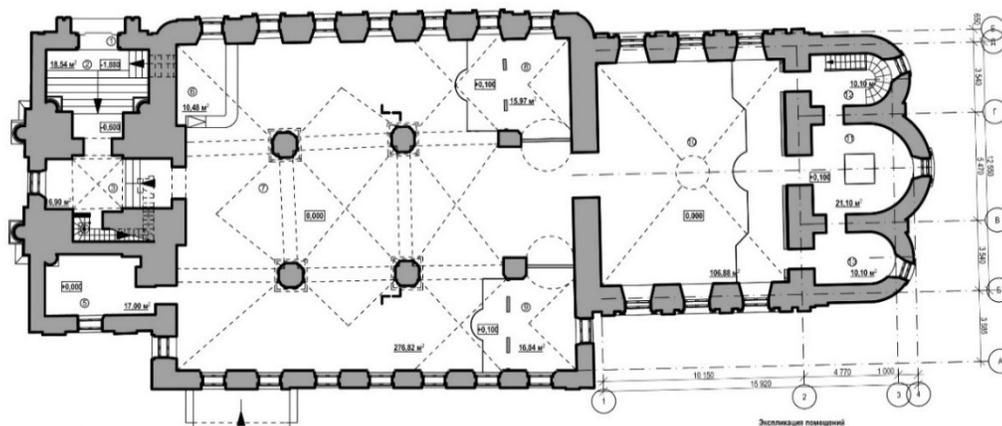


Рис. 5. План здания до разрушения

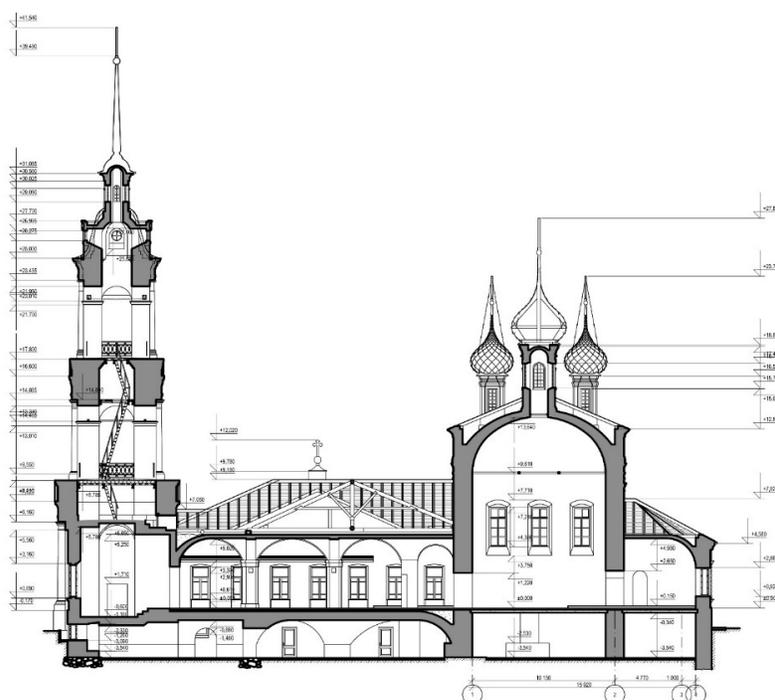


Рис. 6. Чертеж разреза здания до разрушения

В расчетах учитывались следующие нагрузки: собственный вес здания, вес маковиц, полезная нагрузка на перекрытия, вес стяжки на своды подклета, нагрузки от насыпного грунта, снеговая нагрузка.

Предварительно была сформирована **модель № 1** сооружения, соответствующая состоянию до разрушения (рис. 7).

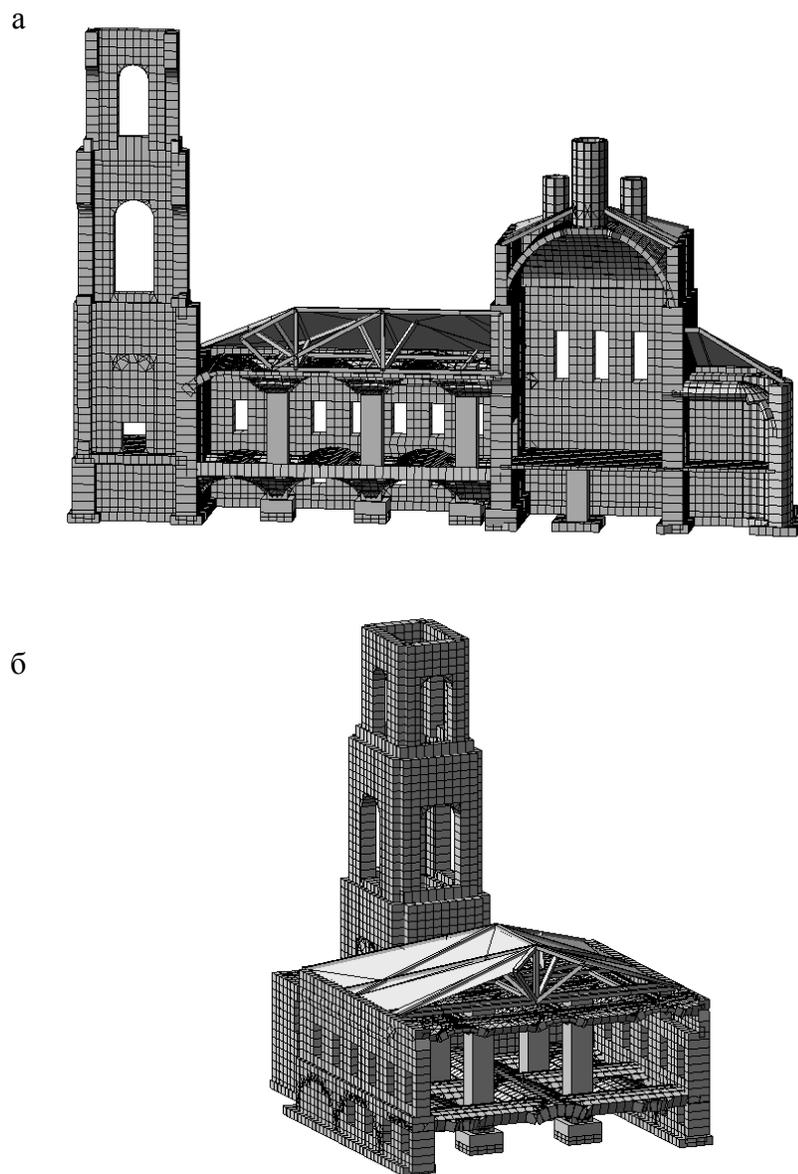


Рис. 7. Пространственная модель сооружения до разрушения:  
а – разрез; б – общий вид

На основании данных инженерно-геологических изысканий, предоставленных ООО «Промстройизыскания», сформирован грунтовой массив (рис. 8).

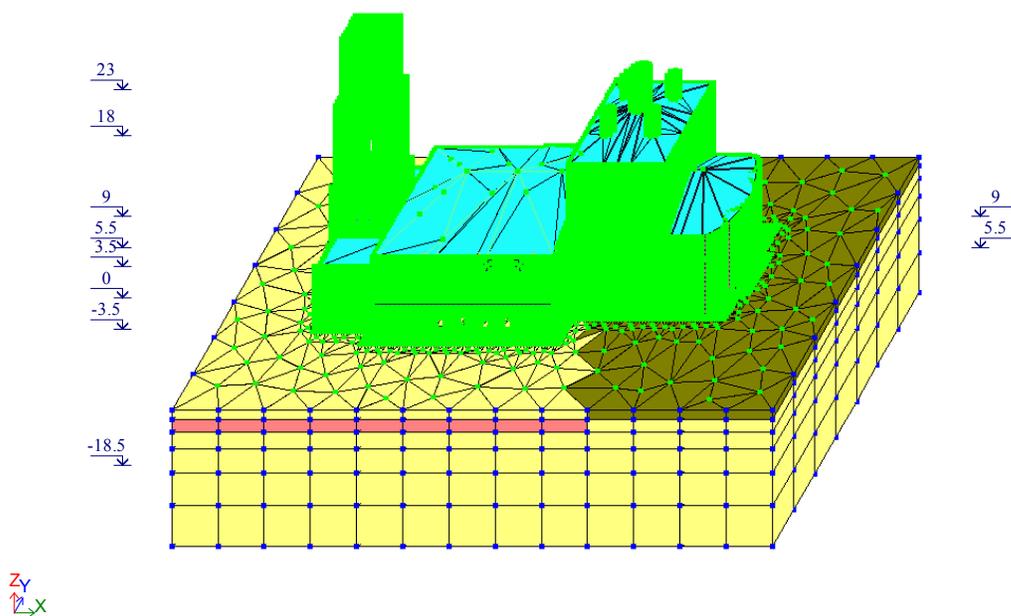


Рис. 8. Модель сооружения на грунтовом массиве

Максимальная осадка фундамента от нормативных нагрузок составила 52,7 мм (рис. 9).

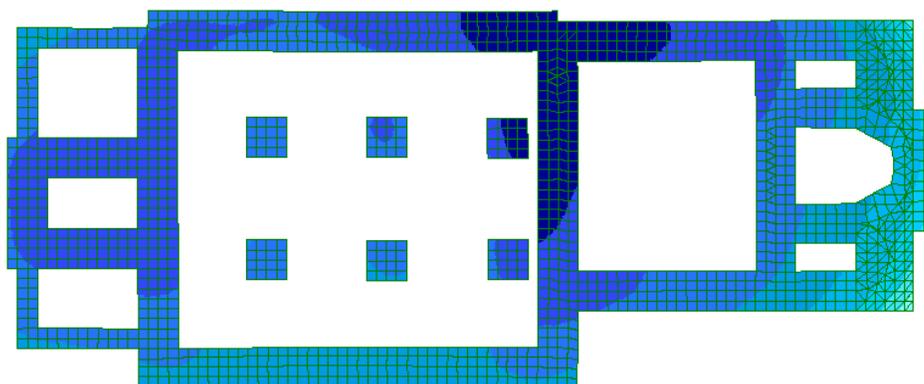
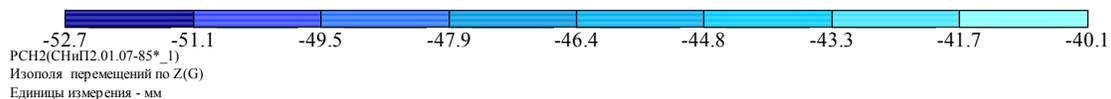


Рис. 9. Осадки фундамента от нормативных нагрузок

Максимальный прогиб сводов от нормативных нагрузок составил 5,4 мм (рис. 10).

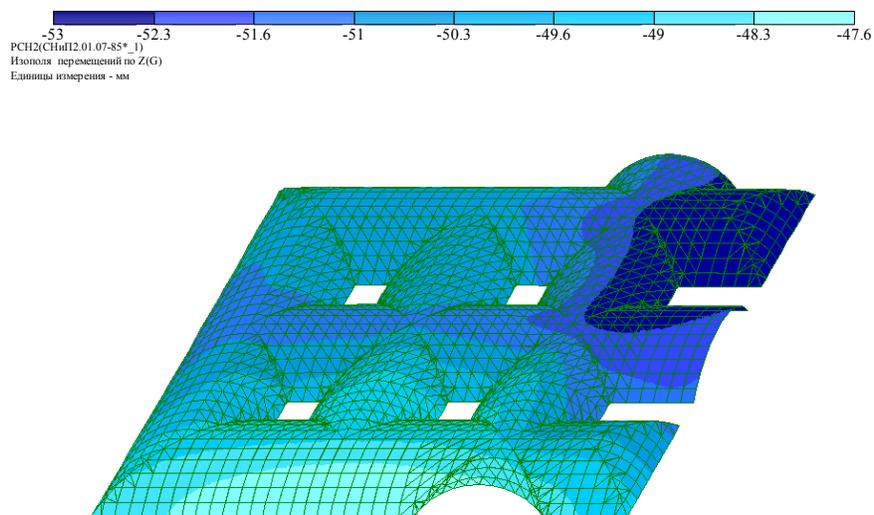


Рис. 10. Вертикальные перемещения сводов над трапезной от нормативных нагрузок

Максимальные главные растягивающие напряжения в сводах от расчетных нагрузок составили 0,176 МПа в среднем слое (рис. 11). Полученные величины растягивающих напряжений в элементах сводов не превышают расчетного сопротивления кладки  $R_{тб} = 0,25$  МПа. Аналогичный характер распределения напряжений подтверждается результатами, полученными в работах [7–9].

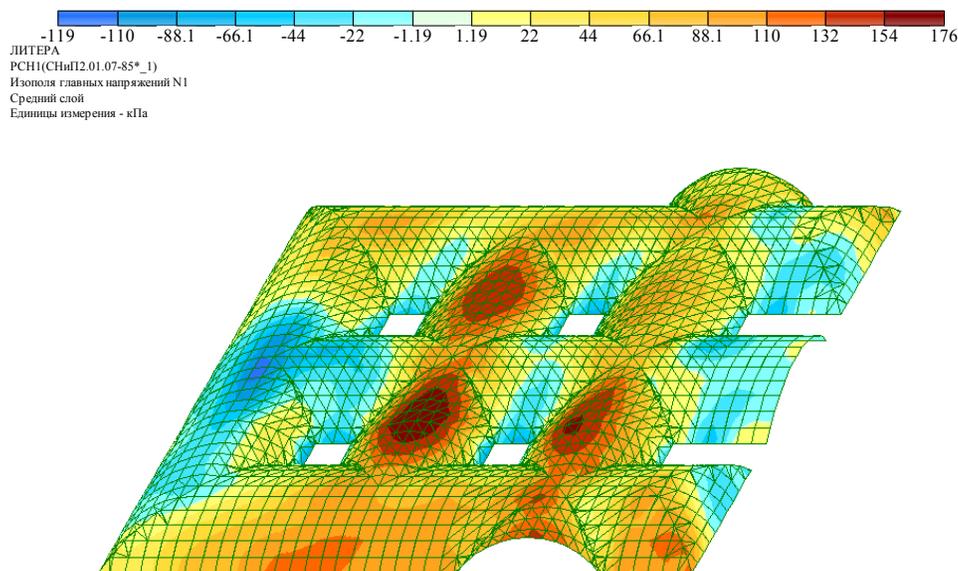


Рис. 11. Главные напряжения N1 в сводах трапезной (средний слой)

Наряду с вышеуказанным сформирована модель № 2 сооружения, соответствующая его состоянию на сегодняшний момент (рис. 12).

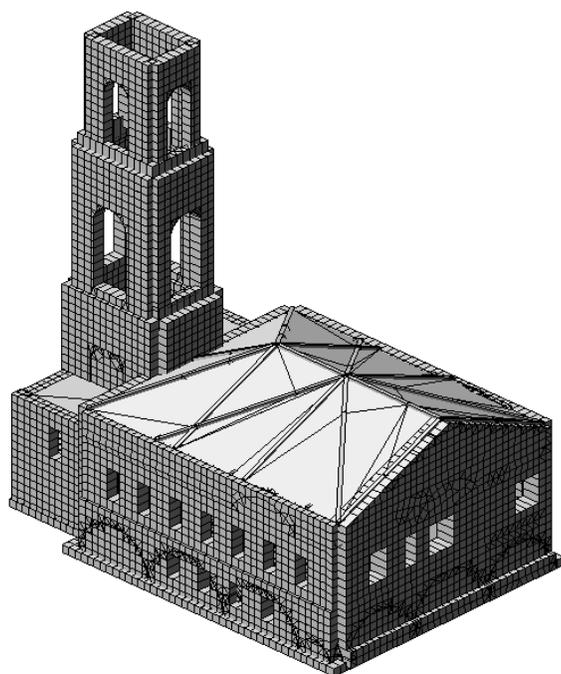


Рис. 12. Пространственная модель существующего сооружения

Максимальная осадка фундамента от нормативных нагрузок составила 50,5 мм (рис. 13).

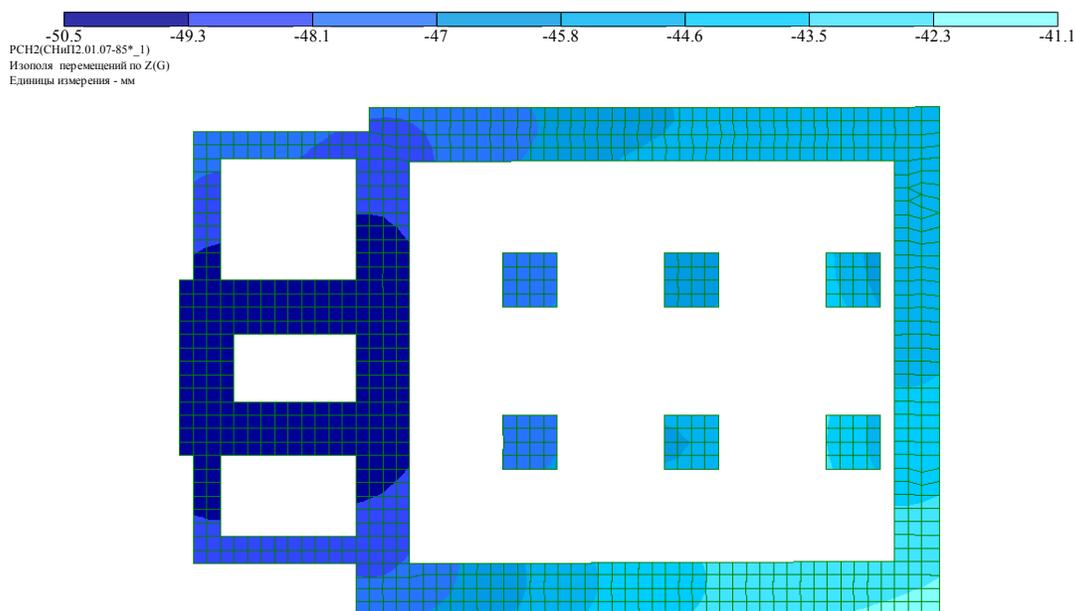


Рис. 13. Осадки фундамента существующего сооружения от нормативных нагрузок

Максимальный прогиб сводов от нормативных нагрузок составил 7,6 мм (рис. 14).

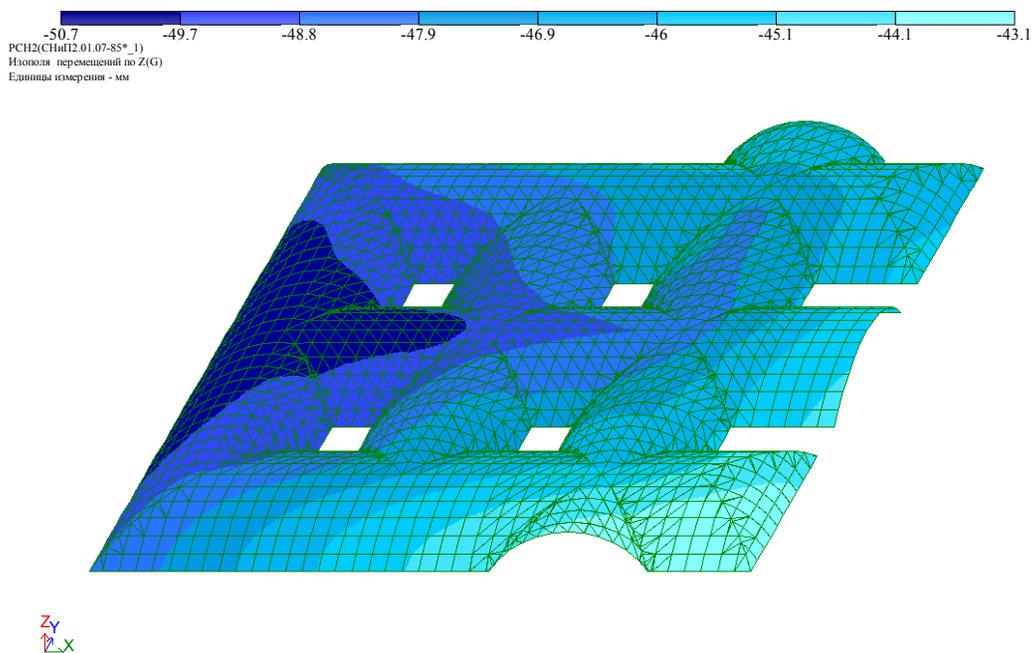


Рис. 14. Вертикальные перемещения сводов над трапезной существующего здания от нормативных нагрузок

Максимальные главные растягивающие напряжения в сводах от расчетных нагрузок составили 0,237 МПа в среднем слое (рис. 15). Полученные значения растягивающих напряжений в элементах сводов близки к расчетному сопротивлению кладки  $R_{тб} = 0,25$  МПа.

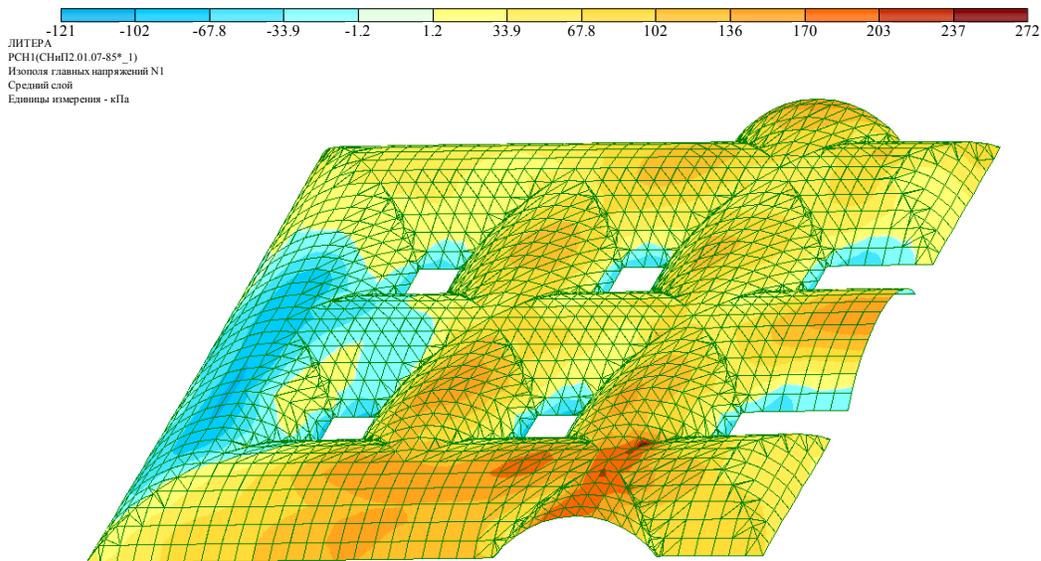


Рис. 15. Главные напряжения N1 в сводах трапезной существующего здания (средний слой)

Сформирована **модель № 3** сооружения, соответствующая проекту восстановления здания (рис. 16). В проекте ООО «Волга-44» предусмотрено устройство шпунта из швеллера 20 между существующей стеной здания и стеной четверика. Глубина погружения шпунта под подошву плитного фундамента составляет 1,8 м. Нами рассмотрены четыре варианта модели, которые позволяют оценить влияние шпунта на напряженно-деформированное состояние конструкций сооружения.

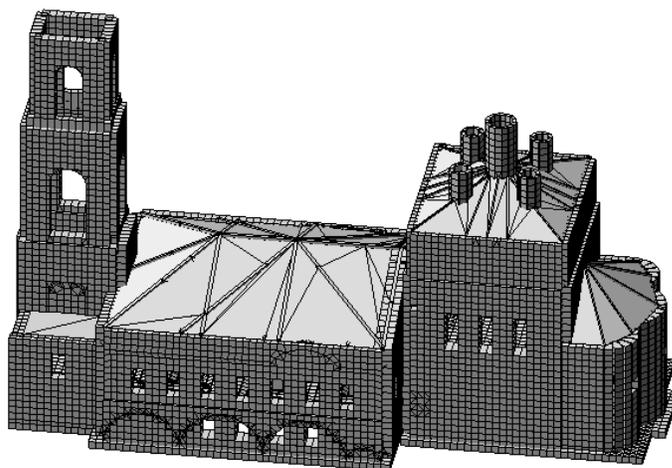


Рис. 16. Пространственная модель сооружения после восстановления

Максимальная осадка фундамента от нормативных нагрузок составила 68,4 мм (рис. 17).

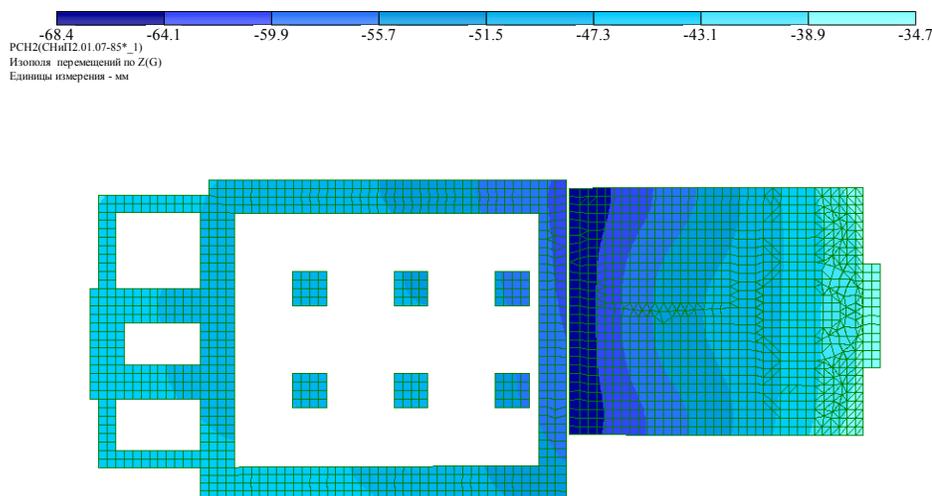


Рис. 17. Осадки фундамента от нормативных нагрузок (модель без шпунта)

Максимальный прогиб сводов от нормативных нагрузок составил 14,5 мм (рис. 18).

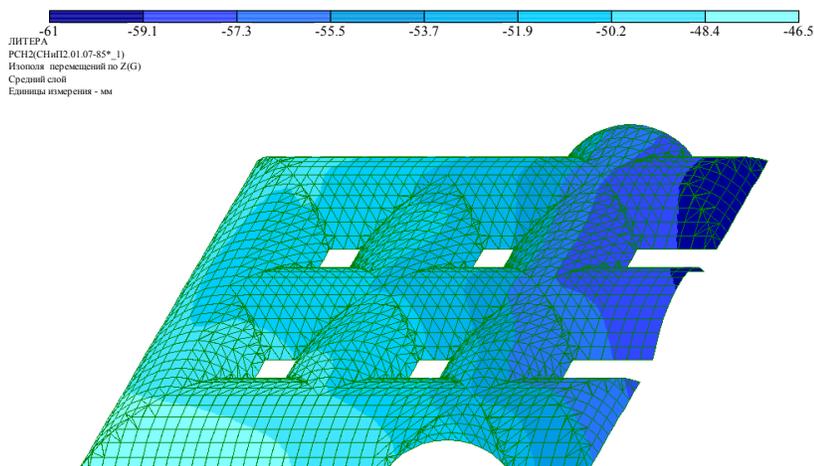


Рис. 18. Вертикальные перемещения сводов над трапезной от нормативных нагрузок (модель без шпунта)

Максимальные главные растягивающие напряжения в сводах от расчетных нагрузок составили 0,387 МПа в среднем слое (рис. 19). Как видно, растягивающие напряжения в элементах сводов превышают расчетное сопротивление кладки  $R_{tb} = 0,25$  МПа.

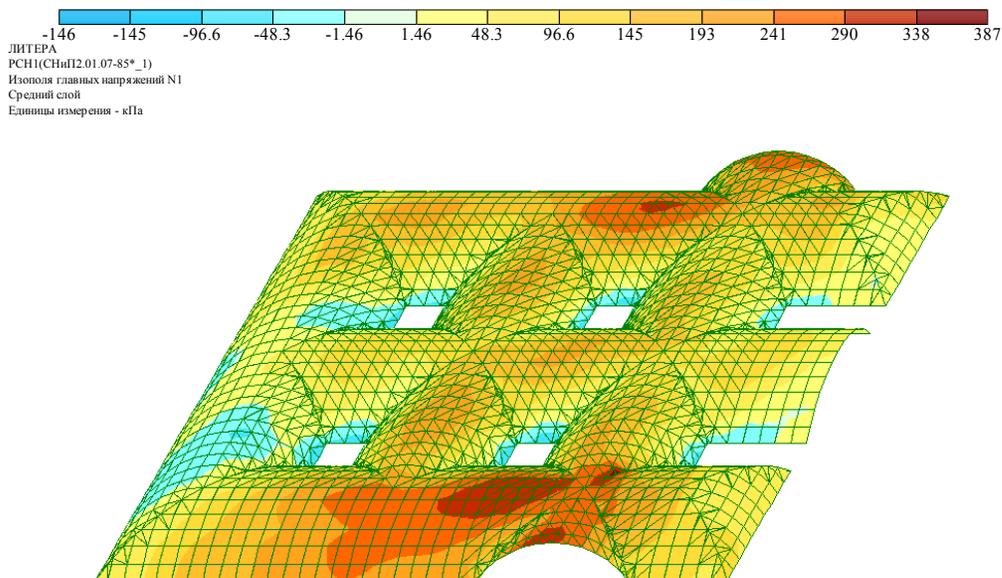


Рис. 19. Главные напряжения N1 в сводах трапезной (средний слой, модель без шпунта)

В результате расчетов найдены дополнительные осадки основания стены трапезной от воздействия восстанавливаемой части (четверика с алтарем). Результаты расчета моделей представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Результаты расчетов моделей

Модель	Диапазон осадок фундамента, мм	Дополнительные осадки существующей части, мм	Максимальные растягивающие напряжения N1 в сводах над трапезной, кПа
Без шпунта	$52 \leq z \leq 61,2$	15,4	378
Шпунт 1,8 м	$47 \leq z \leq 57$	11,2	354
Шпунт 4 м	$46,9 \leq z \leq 55,9$	10,1	342
Шпунт 7 м	$46,8 \leq z \leq 55$	9,2	275

Характер изменения напряженно-деформированного состояния основания существующего объекта, расположенного в зоне влияния нового строительства, соответствует результатам исследований [10, 11].

Можно отметить, что дополнительные осадки находятся в допустимых пределах. Однако растягивающие напряжения в сводах над трапезной превышают расчетное сопротивление кирпичной кладки на растяжение  $R_{тб} = 0,25$  МПа, поскольку напряжения в сводах зависят не только от осадок, но и от горизонтальных смещений (табл. 2).

Таблица 2

## Горизонтальные смещения сводов над трапезной от нормативных нагрузок

Максимальные перемещения, мм	До разрушения	После восстановления без шпунта	После восстановления со шпунтом 7 м
По оси X	0,635	6,38	2,55
По оси Y	1,53	2,64	1,88

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы. Система сводов над трапезной представляет собой уникальную конструкцию с частично сохранившимися фресками, подлежащими консервации и восстановлению. Грунты, служащие основанием для фундамента сооружения, неоднородны и имеют значительную глубину сжимаемой толщи (13,8 м). Растягивающие напряжения в сводах над трапезной до разрушения, а также после частичного разрушения и восстановления колокольни не превышали расчетного сопротивления кладки.

Дополнительные осадки существующей части здания под влиянием вновь восстанавливаемой части (при наличии шпунта глубиной не менее 4 м) находятся в допустимых пределах. Расчеты показывают, что растягивающие напряжения в сводах над трапезной после восстановления утраченной части будут иметь недопустимые значения даже при устройстве шпунта, что может повлечь за собой постепенное разрушение уникальной конструкции.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гуревич Т.М., Черепенин Г.В., Рыжов А.С. Основные методы и принципы реставрации памятников истории и культуры. *Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: Сборник статей 69-й Международной научно-практической конференции: в 3 т.* Караваево: Костромская ГСХА, 2018. Т. 2. С. 9–16.
2. Гуревич Т.М., Плюснина Н.М. Варианты конструктивных решений при частичном восстановлении исторических зданий. *Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: Сборник статей 69-й Международной научно-практической конференции: в 3 т.* Караваево: Костромская ГСХА, 2018. Т. 2. С. 16–21.
3. Гуревич Т.М., Салахутдинова П.Ю., Плюснина Н.М. История церкви Святого Илии Пророка по улице Советской в городе Костроме. *Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: Сборник статей 69-й Международной научно-практической конференции: в 3 т.* Караваево: Костромская ГСХА, 2018. Т. 2. С. 26–31.
4. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. Киев: Факт, 2005. 344 с.
5. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможности их анализа. М.: ДМК Пресс, 2007. 600 с.
6. Гуревич Т.М., Черепенин Г.В., Рыжов А.С. Моделирование системы сводов покрытия под воздействием смещений // *Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии»*. 2019. № 1 (1). С. 15–25.
7. Исследование деформаций, расчет несущей способности и конструктивное укрепление древних распорных систем. М.: Росреставрация, 1989. 164 с.
8. Беспалов В.В., Зимин С.С. Прочность каменной кладки сводчатых конструкций // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2016. № 11 (50). С. 37–51.
9. Зимин С.С., Кокоткова О.Д., Беспалов В.В. Сводчатые конструкции исторических зданий // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. № 2 (29). С. 57–72.
10. Левкин А.А. Напряженно-деформированное состояние оснований зданий при наличии разъединительного шпунтового ряда: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 1996. 175 с.
11. Чиж И.Н. Оценка влияния шпунтового ограждения на напряженно-деформированное состояние основания существующей застройки: дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск, 2014. 150 с.
12. Разводовский Д.Е., Шулятьев О.А., Никифорова Н.С. Оценка влияния нового строительства и мероприятия по защите существующих зданий и сооружений // *Российская архитектурно-строительная энциклопедия. Т. XII. Строительство подземных сооружений*. 2008. С. 230–239. URL: [http://gosstroy-vniintpi.ru/RASE\\_12TOM.pdf](http://gosstroy-vniintpi.ru/RASE_12TOM.pdf) (дата обращения: 13.12.2024).
13. Скибин Г.М., Чиж И.Н. Оценка оптимальной глубины погружения шпунта при взаимовлиянии соседних фундаментов // *Строительство и архитектура*. 2013. Т. 1. Вып. 1. С. 28–31.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

*ГУРЕВИЧ Татьяна Михайловна* – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой строительных конструкций, ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», 156530, Россия, Костромская область, пос. Караваяево, Учебный городок, д. 34. E-mail: char1943@mail.ru

*ПРИМАКИНА Елена Ивановна* – кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций, ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», 156530, Россия, Костромская область, пос. Караваяево, Учебный городок, д. 34. E-mail: ei-primakina@yandex.ru

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА**

Гуревич Т.М., Примакина Е.И. Оценка влияния восстанавливаемой части Ильинской церкви на существующие конструкции // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2025. № 1 (25). С. 11–24.

---

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE RESTORED PART  
OF THE ELIJAH CHURCH ON EXISTING STRUCTURES**

*T.M. Gurevich, E.I. Primakina*

*Kostroma State Agricultural Academy (Kostroma region, v. Karavaevo)*

**Abstract.** This article presents the results of a study of the influence of the restored part of the religious building on existing structures. The results of calculations of several spatial models of the construction are presented. Conclusions were drawn on the feasibility of restoring the facility in accordance with the design solution.

**Keywords:** restoration, foundations, vaults, calculation models, settlements, stress.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

*GUREVICH Tatiana Mikhailovna* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Building Structures, Kostroma State Agricultural Academy, 34, Uchebny Gorodok Street, Karavaevo settlement, Kostroma region, 156530, Russia. E-mail: char1943@mail.ru

*PRIMAKINA Elena Ivanovna* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Structures, Kostroma State Agricultural Academy, 34, Uchebny Gorodok Street, Karavaevo settlement, Kostroma region, 156530, Russia. E-mail: ei-primakina@yandex.ru

**CITATION FOR AN ARTICLE**

Gurevich T.M., Primakina E.I. Assessment of the impact of the restored part of the Elijah church on existing structures // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2025. No. 1 (25), pp. 11–24.