



УДК 697.9:726

А. Г. КОЧЕВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теплогазоснабжения;
М. М. СОКОЛОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения;
А. А. ЗАЙЦЕВ, канд. архитектуры, доц. кафедры истории архитектуры и
основ архитектурного проектирования

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ РАЗВИТИИ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СОРУЖЕНИЙ КУЛЬТОВОГО И ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет».

Россия, 603952, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65.

Тел.: (831) 430-17-37; эл. почта: alekseyzaytsev83@yandex.ru, araim1985@list.ru

Ключевые слова: ретроспективный анализ, конструктивная система, тектоника, преемственность, архитектурный стиль, системы естественной вентиляции, элементы воздухообмена.

В статье анализируются исторические этапы, вехи развития конструктивных и тектонических систем, а также элементов воздухообмена и систем естественной вентиляции зданий культового и общественного назначения, которые впоследствии были преобразованы и нашли применение в культовых постройках, в частности, в церквях, соборах и часовнях. Впервые рассматривается классификация данных элементов с точки зрения ретроспективного анализа.

При проектировании инженерных систем, как во вновь строящихся, так и построенных много веков назад православных храмах необходимо учитывать множество различных факторов. Для получения некоторых экспериментальных величин, например, аэродинамических коэффициентов, важных для расчета систем естественной вентиляции, следует прибегать к моделированию православных храмов либо в виде твердотельной модели для лабораторной установки, либо в виде цифрового двойника для полноценного компьютерного анализа [1–5]. Модели могут выполняться с некоторыми упрощениями по сравнению с натурными объектами, что позволяет в некотором приближении использовать полученные данные для других храмов схожих архитектурных стилей и размеров. С другой стороны, пренебрежение некоторыми архитектурными элементами, характерными для единичных храмов, может привести к серьезным погрешностям в расчетах. Поэтому следует проводить комплексный архитектурный анализ сооружения с различных позиций, в том числе и с точки зрения исторического развития различных архитектурных элементов.

Анализ с точки зрения исторического развития, анализ отдельных элементов сооружения и анализ развития инженерной мысли будут включать в себя такие же уровни анализа, как и при контекстуальном анализе, то есть на уровне объемно-пространственной композиции, на уровне стилистического и декоративного решения, на уровне семиотического или образного решения, планировочного и функционального прочтений. В отдельных случаях планируется



проанализировать сооружение с точки зрения морфологии его составных частей и на предмет новаторских на свое время решений, а также тектоники, т.е. соответствия декоративных элементов конструктивной системы всего объекта [6–11].

Во все времена и во все исторические периоды, с точки зрения воздухообмена, к объемно-пространственному построению храмов и зданиям общественного назначения предъявлялись повышенные требования. Особенно, если учесть тот момент, что цивилизации возникали в жарких климатах с повышенной влажностью воздуха.

Кносский дворец – единственный из дошедших до наших дней объект минойской цивилизации (рис. 1 цв. вклейки). Грандиозный комплекс, измеряемый 130 и 180 метрами, имел большое количество помещений (залов). Функциональное насыщение залов было различным, но требовалось объединить все залы композиционной осью, в том числе для осуществления сквозного проветривания. Название «лабиринт» дворец получил вполне заслуженно. Дворец функционально являлся крупным административным центром, в помещениях которого устраивались пиры. Отдельные помещения имели религиозное назначение. В ту эпоху сооружения жилого назначения, в основном, представляли собой глинобитные стены и кровли, имели узкие прорезы, выполняющие функционал окон и дверей (неолитические деревни). Поэтому сооружение с колоннами и балками, т.е. стоечно-балочная система (прообраз каркасной конструктивной системы), была новаторской и с точки зрения воздухообмена служила удачным примером циркуляции воздуха внутри помещений, т.к. колонны несли нагрузку, но при этом пространство между ними (интерколумний), составляло четыре диаметра колонны и более. Также существовали обычные прямоугольные проемы, которые фиксировали основные композиционные и функциональные оси и являлись важной составляющей в системе проветривания. Можно предположить, что, хотя до наших дней не сохранилось крыш, в них существовали отверстия и каналы для вытяжки воздуха из здания.

Древнегреческая архитектура шагнула дальше, и стоечно-балочная система приобрела более осмысленные и лаконичные очертания. Дворцы и дворцовые комплексы стали формировать единые ансамбли, главный из которых – Афинский Акрополь. Храмы располагались на возвышенностях, что уже способствовало хорошей циркуляции в них воздуха просто от открытых огромных дверей – порталов. Стоечно-балочная система приобретает еще более ажурный вид и храм типа периптера, со всех сторон окруженный колоннами, становится зрительно невесомым и легким. Так же колоннада отводит стены от плоскости фасада, которые несут уже не только конструктивное назначение, сколько являются естественной преградой, детерминируя процессы, которые являются камерными, сакральными, зарытыми от глаз. С другой стороны – отдаляя стены от внешней фасадной плоскости, отводят их от попадания прямых солнечных лучей, тем самым еще больше снижая воздействие нагрева поверхностей стен, а значит, во внутренних пространствах храма. Подобная осмысленная система позволила древним грекам создавать шедевры, в которых функциональное наполнение органично соединялось с эстетическими свойствами. Располагаясь на самом высоком месте Акрополя, Парфенон производил неизгладимое впечатление. В праздничные дни его посещало огромное количество человек, и грамотная циркуляция воздуха в храме, в купе с просторными и высокими помещениями,



способствовала комфортному пребыванию в нем. Кровля была покрыта белой мраморной черепицей, что не позволяло ей нагреваться. Ярким примером также может служить храм Афины Линдийского акрополя Линдоса, 4 век до н.э., расположенный на острове Родос в Греции (рис. 1 цв. вклейки).

Ярким культовым объектом древнеримской архитектуры является «Храм всех Богов» Пантеон. Храм примечателен тем, что является одним из крупнейших купольных сооружений из неармированного бетона. Построенный между 118–128 гг. н.э., храм имеет высоту 43 метра. Огромное купольное сооружение было изготовлено из смеси пуццолан, который при взаимодействии с известью способен образовывать твердый цементоподобный материал, также добавлялся песок. Окулус (округлый проем) диаметром 9 метров (рис. 2 цв. вклейки) в верхней части кессонированного купола и входная дверь являются единственными источниками притока и оттока воздуха, а также освещения. Окулус также является источником охлаждения помещения и спроектирован осмысленно. Пантеон с точки зрения инженерных систем являлся передовым сооружением, вкуче с изготовлением под полом дренажной системы, которая служила для отвода вод из помещений Пантеона в периоды ливней.

Византийская архитектура, как и романская архитектура на западе, с точки зрения инженерной мысли, несла свое своеобразие. Храмы приобретают более приближенную к современным сооружениям культового назначения (православные храмы), тектонику. Узкие дверные и оконные проемы, равномерно расположенные по периметру храмов, и более камерная осевая объемно-пространственная композиция храмов, с пределами, формировали законченную композицию. В храмах появляется настенная роспись, и обозначается необходимость создания оптимального микроклимата в помещениях храма для ее сохранности. Сохранность возможно обеспечить только в определенных диапазонах температурно-влажностного режима. Система вентиляции не позволяла образовываться грибку на стенах храмов в большом количестве, которые бы разрушали настенную роспись (фрески). Отличия в примерах храмов в византийском стиле, располагавшихся на территории современной Турции и храмов на территории древней Руси, заключалось в том, что храмы, расположенные в более жарком климате, приходилось охлаждать, проветривать, тогда как храмы в северном суровом холодном климате в зимний период приходилось отапливать. Это в меньшей степени отражалось на стилистике храма, в большей степени на его объемно-пространственном построении. Если и в том и в другом случае оконные и дверные проемы не было необходимости делать большими, сохраняя сакральность и камерность внутренних пространств храма, то, с точки зрения объемно-пространственного решения, здания в жарком климате вытягивались вдоль горизонтальной композиционной оси, а в холодном климате существовала необходимость формирования подклета, т.е. невысокого пространства, отапливаемого, в подвальном этаже храма. Например, храмы псковско-новгородской архитектурной школы имели выраженные приземистые пропорции. Часто основное пространство храма зимой не отапливалось, и храмы на зиму закрывались, а службы осуществлялись в маленьких приходских церквях. Примерами могут служить церковь Николая Чудотворца в городе Мира, являясь примером базилики VIII века, расположенная на территории современной Турции, и Софийский собор в Великом Новгороде (1045–1050 гг.).



Различные ответвления европейских стилей привносили в храмовые комплексы русской православной храмовой архитектуры своеобразие, и в то же время существовали попытки сохранения камерности и «закрытости» пространств и объемов храмов. Трапезные, соединяющие основной объем храма и колокольню с главным входом в храм, зачастую, выполнялись приземистыми, с небольшими оконными проемами. Вход в храм осуществлялся через помещения типа тамбура, пределы были невысокие с минимальными оконными проемами. Ярким контрастом являли себя готические и романские соборы Европы (Пизанский собор в романском стиле (1063–1092 гг.), Собор Парижской Богоматери (1163–1345 гг.) – ярчайший пример готики, собор Санта Мариа Дель Фьоре (1269–1436 гг.) во Флоренции, представляющей ренессанс). Во всех этих культовых сооружениях наблюдается активное развитие объемной композиции не только по горизонтали, но и по вертикали.

Шатровые храмы, высокие и величественные, в России не всегда служили положительным примером сохранности настенных росписей и микроклимата. Примером может служить шатровая церковь Вознесения Господня в Коломенском (1528–1532 гг.). Изначально храм был расписан, но через непродолжительное время роспись растрескалась, краски облетели, а восстанавливать их не стали. Также возникали трудности в сохранности фресок и икон. Храм не имел печи и являлся неотапливаемым, а при значительном объеме, главным образом за счет высокого шатра, были сложности в проведении служб в зимний период.

В европейской архитектуре существовал прием встраивания зданий культового назначения в городскую застройку. Это позволяло экономить на отоплении храма, т.к. в рядовой строчной застройке здание имело естественные границы с двух сторон, коими являлись стены соседних жилых домов. Примером может служить церковь святого Иоанна Непомука Азамкирхе (1733–1736 гг.) в г. Мюнхен, Германия (рис. 3 цв. вклейки). Здание кирхи встроено в жилую застройку и является ярким примером стиля барокко. Большие проемы различной формы (круг, наподобие готической розы), заполненные витражами, создают ощущение наполненности светом внутри кирхи. Интерьер легок и воздушен, несмотря на значительное насыщение пластичным декором фасада и интерьера храма, не возникает ощущения перегруженности.

Здание Вискирхе (рис. 3 цв. вклейки) в коммуне Штайнгаден, Германия (1754 г.) в стиле рококо, имеет вычурный декор, характерный для данного стиля, и сложную объемно-пространственную композицию единого объема. Здание имеет большое количество оконных проемов, буквально наполнено светом.

В России европейские стили заимствовались, сохраняя все характерные черты и признаки «чистоты» стиля. Примером может служить Казанский собор в Санкт-Петербурге архитектора А. Н. Воронихина (1801–1811 гг.). Здание имеет выраженную симметричную колоннаду и центральный купол как главный акцент. Собор выполнен в стиле русского классицизма. Здание предполагалось корреспондировать к собору св. Петра в Ватикане, сам Воронихин считал сходство с собором св. Павла в Лондоне более уместным. Но оба являлись, скорее, иконографическими символами. В итоге собор получился мало похожим на собор св. Петра в Риме. На это повлиял небольшой размер участка, расположенного между Невским проспектом и Екатерининским каналом.



В период смешения стилей (эkleктики), соборы создавались уже без учета климатических условий. Примером может служить собор Христа Спасителя в Москве (1837–1860 гг.) архитектора К. А. Тона, воссозданный в 1994–1999 гг. в русско-византийском стиле. Здание представляет собой классический крестово-купольный тип с трехчастным делением на прясла с гранеными лопатками. Собор имеет четыре главки-колокольни по углам и центральный барабан с оконными проемами. Современные инженерные системы способны создать необходимый температурно-влажностный режим в воссоздаваемых или во вновь построенных храмах (рис. 4 цв. вклейки), какими бы огромными по объему они не были и насколько бы не были открытыми с точки зрения количества оконных проемов.

Примером эkleктики в Санкт-Петербурге служит храм Воскресения Христова на Крови (1883–1907 гг.) архитектора А. Порланд. Здание имеет усложненную объемно-пространственную композицию и большое количество проемов. Проемы неширокие, интерьер храма сохраняет камерность. Имеются колокольня и предельные храмы.

Неовизантийский стиль, как и византийский, широко применяется в России в культовых постройках, с усложненной объемно-пространственной композицией и наличием большого количества проемов. Яркими примерами являются Спасо-Преображенский собор в Сормове (1890–1905 гг.), Нижней Новгород, архитектор П. Малиновский, и собор иконы Божьей Матери «всех скорбящих в Радость» в Свияжске.

Примерами зарубежных храмов, которые используют исключительно естественную вентиляцию, может служить храм Лотоса в Индии, построенный в 1986 г. Здание имеет высоту 40 м и образно символизирует цветок лотоса, способно вмещать до 300 человек, при этом сохраняя необходимый температурно-влажностный режим в очень непростых климатических условиях с высокой влажностью воздуха. Циркуляция воздуха осуществляется классическим образом. Разогретый воздух выходит через отверстие в куполе храма, тогда как новый свежий воздух поступает через оконные и дверные проемы, а также через вентиляционные отверстия в нижней части здания. Таким образом, здание является сооружением с нулевым циклом потребления энергии.

Храмовая архитектура с течением времени претерпевала значительные изменения, но неизменным оставалось сохранение необходимого микроклимата с учетом климатических и температурно-влажностных условий конкретного региона [4–5, 12–14]. При этом основное значение имел композиционный аспект, то есть насколько объемно-пространственная композиция храма способна обеспечить данный температурно-влажностный режим. Храмы на Руси формировались с подклетом, приземистые по пропорциям, с узкими оконными проемами для снижения теплопотерь. В современных храмах с размытой стилистической картиной данный важнейший композиционно и объемно-планировочный прием потерял свою актуальность. В зданиях современных храмов рассчитывают температурно-влажностный режим, исходя из нормативной документации, где предусматривают четкий диапазон температур, влажности и подвижности воздуха в зависимости от времени года и зоны храмового помещения. Однако некоторые аспекты требуют дополнительного уточнения, сбора статистических данных и проведения новых экспериментальных исследований.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочев, А. Г. Влияние внешней аэродинамики на микроклимат православных храмов / А. Г. Кочев, М. М. Соколов ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2017. – 189 с. – ISBN 978-5-528-00192-0.
2. Kochev, A. Air exchange calculation in traditional buildings of orthodox churches in Russia / A. Kochev, M. Sokolov, K. Lushin // E3S Web of Conferences : 24, Moscow, 22–24 april 2021. – Moscow, 2021. – P. 04048. – DOI 10.1051/e3sconf/202126304048.
3. Indoor Air Quality in Underground Premises of Ancient Churches / A. Kochev, M. Sokolov, K. Lushin [et al.] // AIP conference proceedings : Electronic edition, Moscow, 20–22 апреля 2022 года. – Moscow, 2023. – P. 050014. – DOI 10.1063/5.0143548.
4. Влияние температурного режима на сохранность культовых зданий / А. Г. Кочев, М. М. Соколов, Е. А. Кочева, В. А. Уваров // Строительство и техногенная безопасность. – 2023. – № S1. – С. 274–280.
5. Уваров, В. А. Численное исследование течения при конвекции воздуха в храме святого благоверного князя Александра Невского / В. А. Уваров, А. Г. Кочев, М. М. Соколов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2024. – № 2 (68). – С. 17–25. – DOI 10.48612/NewsKSUAE/68.2.
6. Шумилкин, М. С. Нижегородское монастырское зодчество : монография / М. С. Шумилкин, С. М. Шумилкин, Т. В. Шумилкина. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2018. – 195 с. – ISBN 978-5-528-00263-7.
7. Гнедич, П. П. Всеобщая история искусств / П. П. Гнедич. – Москва : Эксмо, 2023. – 496 с. : ил. – (Библиотека искусствоведа). – ISBN 978-5-04-177378-6.
8. Филатов, Н. Ф. Нижний Новгород. Архитектура XIV – начала XX века / Н. Ф. Филатов. – Нижний Новгород : Нижегородские новости, 1994. – 256 с. – ISBN 5-88452-008-5.
9. Филатов, Н. Ф. Купола, глядящие в небеса: нижегородское храмовое зодчество XVII-XIX вв. / Н. Ф. Филатов. – Нижний Новгород : Изд-во Нижегород. ин-та эконом. развития, 1996. – 247 с. – ISBN 5-80050-065-7.
10. Грабарь, И. История русского искусства. Архитектура. Том 1. История архитектуры. До-петровская эпоха / И. Грабарь ; В 2-х обраб. отдѣл. ч. изд. приняли участие А. Бенуа. – Москва : Кнебель, Б. г. – 511 с.
11. Грабарь, И. История русского искусства. Архитектура. Том 2. История архитектуры. До-петровская эпоха. (Москва и Украина) / И. Грабарь ; В 2-х обраб. отдѣл. ч. изд. приняли участие А. Бенуа. – Москва : Кнебель, Б. г. – 480 с.
12. Павловский, А. К. Курсъ отопления и вентиляціи. Часть 2. Центральныя системы отопления. Вентиляція / А. К. Павловский. – Санкт-Петербургъ : Строитель, 1907. – 440 с.
13. Adapting cities and buildings to the climate change / N. V. Danilina, K. I. Lushin, A. E. Korobeinikova [et al.]. – Moscow : Publishing house ASV, 2022. – 88 p. – ISBN 978-5-4323-0426-1.
14. Лушин, К. И. Связь тепловых потоков отопительных приборов и инерционных характеристик помещений / К. И. Лушин // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2023. – № 6 (1066). – С. 52–54.



KOCHEV Aleksey Gennadievich, doctor of technical sciences, professor, holder of the chair of heat and gas supply systems; **SOKOLOV** Mikhail Mikhailovich, candidate of technical sciences, associate professor of chair of heat and gas supply systems; **ZAYTSEV** Aleksey Aleksandrovich, candidate of architecture, associate professor of chair of history of architecture and fundamentals of architectural design

RETROSPECTIVE ANALYSIS IN THE DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF BUILDINGS AND STRUCTURES OF CULTURAL AND PUBLIC PURPOSES FROM THE POINT OF VIEW OF ENGINEERING VENTILATION SYSTEMS

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering.
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603952, Russia.

Tel.: (831) 430-17-37; e-mail: alekseyzaytsev83@yandex.ru, araim1985@list.ru

Key words: retrospective analysis, structural system, tectonics, continuity, architectural style, natural ventilation systems, air exchange elements.

The article analyzes the historical stages and milestones in the development of structural and tectonic systems, as well as air exchange elements and natural ventilation systems of religious and public buildings, which were subsequently transformed and found application in religious buildings, in particular, in churches, cathedrals and chapels. For the first time, the article also examines the classification of these elements in terms of retrospective analysis.

REFERENCES

1. Kochev A. G., Sokolov M. M. Vliyanie vneshney aerodinamiki na mikroklimat pravoslavnykh khramov [Influence of external aerodynamics on the microclimate of Orthodox churches]. Nizhegorodskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitelnyy universitet. Nizhny Novgorod, NNGASU, 2017, 189 p. ISBN 978-5-528-00192-0.
2. Kochev A., Sokolov M., Lushin K. Air exchange calculation in traditional buildings of orthodox churches in Russia. E3S Web of Conferences: 24, Moscow, 22–24 april 2021. Moscow, 2021, P. 04048. DOI 10.1051/e3sconf/202126304048.
3. Kochev A., Sokolov M., Lushin K. [et al.] Indoor Air Quality in Underground Premises of Ancient Churches. AIP conference proceedings: Electronic edition, Moscow, 20-22 aprelya 2022 goda. Moscow, 2023, P. 050014. DOI 10.1063/5.0143548.
4. Kochev A. G., Sokolov M. M., Kocheva E. A., Uvarov V. A. Vliyanie temperaturnogo rezhima na sokhrannost kultovykh zdaniy [Influence of temperature regime on the preservation of religious buildings]. Stroitelstvo i tekhnogennaya bezopasnost [Construction and Technogenic Safety], 2023, № S1, P. 274–280.
5. Uvarov V. A., Kochev A. G., Sokolov M. M. Chislennoe issledovanie techeniya pri konveksii vozdukh v khrame sviatogo blagovernogo knyazya Aleksandra Nevskogo [Numerical study of airflow during convection in the Church of Saint Blessed Prince Alexander Nevsky]. Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [News of the Kazan State University of Architecture and Engineering], 2024, № 2 (68), P. 17–25. DOI 10.48612/NewsKSUAE/68.2.
6. Shumilkin M. S., Shumilkin S. M., Shumilkina T. V. Nizhegorodskoe monastyrskoe zodchestvo [Nizhny Novgorod monastic architecture]: monografiya. Nizhny Novgorod, Nizhegorodskiy gos. arkh.-str.un-t, 2018, 195 p. ISBN 978-5-528-00263-7.
7. Gnedich P. P. Vseobshchaya istoriya iskusstv [General history of arts]. Moscow, Eksmo, 2023, 496 p. (Biblioteka iskusstvoveda). ISBN 978-5-04-177378-6.



8. Filatov N. F. Nizhniy Novgorod. Arkhitektura XIV – nachala XX veka [Nizhny Novgorod. Architecture of the 14th – early 20th centuries]. Nizhny Novgorod, Nizhegorodskie novosti, 1994, 256 p. ISBN 5-88452-008-5.

9. Filatov N. F. Kupola, glyadyaschie v nebesa: nizhegorodskoe khranovoe zodchestvo XVII-XIX vv. [Domes looking into the heavens: Nizhny Novgorod temple architecture of the 17th-19th centuries]. Nizhny Novgorod, Izd-vo Nizhegor. in-ta ekonomicheskogo razvitiya, 1996, 247 p. ISBN 5-80050-065-7.

10. Grabar I. Istoriya russkogo iskusstva. Arkhitektura. Istoriya arkhitektury. Do-petrovskaya epokha [History of Russian art. Architecture. History of architecture. Pre-Petrine era]. Vol. 1, Moscow, Knebel, 511 p.

11. Grabar I. Istoriya russkogo iskusstva. Arkhitektura. Istoriya arkhitektury. Do-petrovskaya epokha. (Moskva i Ukraina) [History of Russian art. Architecture. History of architecture. Pre-Petrine era. (Moscow and Ukraine)]. Vol. 2, Moscow, Knebel, 480 p.

12. Pavlovskiy A. K. Kurs otopeniya i ventilatsii. Tsentralnyya sistemy otopeniya. Ventilatsiya [Course on heating and ventilation. Central heating systems. Ventilation]. Chast 2. Saint-Petersburg, Stroitel, 1907, 440 p.

13. Danilina N. V., Lushin K. I., Korobeinikova A. E. [et al.] Adapting cities and buildings to the climate change. Moscow, Publishing house ASV, 2022, 88 p. ISBN 978-5-4323-0426-1.

14. Lushin K. I. Svyaz teplovykh potokov otopitelnykh priborov i inertsionnykh kharakteristik pomeshcheniy [Relationship between heat flows of heating devices and inertial characteristics of premises]. BST: Biulleten stroitelnoy tekhniki [BST: Bulletin of Construction Equipment], 2023, № 6 (1066), P. 52–54.

© А. Г. Кочев, М. М. Соколов, А. А. Зайцев, 2025

Получено: 15.04.2025 г.