



УДК 628.8:726.5

И. К. ПОНОМАРЕВА, канд. экон. наук, доц., доц. кафедры информационного обеспечения управления и производства

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ КЛИМАТИЗАЦИИ ПРАВОСЛАВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная, д. 40.

Тел.: (8412) 66-63-80; эл. почта: inna.ok007@rambler.ru

Ключевые слова: климатизация, убранство, реставрация, экономическая эффективность, инфляция.

Разработана методика оценки рекомендаций по оптимизации параметров микроклимата помещений православных культовых сооружений на основе внедрения инновационных технических устройств, направленных на сохранение историко-культурного наследия в православных церквях, храмах, соборах. Автором предложена методика оценки экономической эффективности разработанных технических устройств на основе анализа проводимых реставрационных работ по периодам жизненного цикла убранства с учетом капитальных и эксплуатационных затрат и изменения инфляционного показателя.

Введение. С целью сохранения и отсрочки старения убранства культурного наследия в период жизненного цикла существенное влияние оказывают внутренние климатические условия в виде температуры, относительной влажности, скорости и чистоты воздуха, которые поддерживаются с помощью систем обеспечения параметров микроклимата: вентиляции, кондиционирования воздуха, отопления [1–3].

С целью оптимизации затрат на реставрацию убранства залов богослужения православных храмов автором впервые созданы технические устройства для локализации и удаления выделяющихся вредностей от сгорания церковных свечей и масла в лампадах над подсвечником. Также автором предложено техническое устройство над отопительным прибором, которое разработано на основе исследования закономерностей движения тепловых конвективных потоков от отопительных приборов и теплоты горящих свечей над подсвечником. Применение указанных технических устройств обеспечивает устойчивое отклонение загрязненного теплового потока от стен с церковным убранством, а также улавливание и удаление копоти, сажи, жира, влаги за пределы здания. Это позволяет сохранить церковное убранство в первоначальном виде, сократить стоимость реставрационных работ и продлить сроки службы убранства в период жизненного цикла. Изготовление, приобретение, монтаж и эксплуатация данных технических устройств требует определенных финансовых затрат, которые необходимо учитывать при расчете экономической эффективности и изменении инфляционных показателей.

Результаты исследований. Предложенная автором методика расчета и оценки экономической эффективности реставрационных работ осуществлялась на основе методики оценки жизненного цикла убранства залов богослужения



Спасского кафедрального собора г. Пенза. В процессе исследования рассматривались варианты с применением и без применения предложенных автором технических устройств.

В классическом представлении жизненный цикл объекта – это временной период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), модернизация, реконструкция, капитальный ремонт, реставрация, снос или ликвидация сооружения. В данной статье жизненный цикл рассматривается как период жизнедеятельности убранства в православных храмах.

Условно (укрупненно) для дальнейших расчетов жизненный цикл убранства разделен автором на периоды: 20, 40, 60, 80, 100 лет. При выполнении реставрационных работ убранства в залах богослужения используются только те виды реставрационных работ, которые характерны для конкретного этапа и срока эксплуатации в период жизненного цикла внутреннего убранства [4–6].

Важно отметить, что проведение различных видов и этапов реставрационных работ регламентируется следующей нормативно-правовой базой: № 73-ФЗ от 25.06.2002 г.; письмо Минкультуры РФ от 27.05.2014 г. № 106-01-39/12-ГП; письмо Минкультуры РФ от 21.10.2015 г. № 2625; письмо Минкультуры РФ от 19.07.2017 г. № 212-01.139-ВА; ГОСТ Р 55528-2013; приказ Росстандарта от 28.08.2013 г. № 593-ст.

В проведенных автором исследованиях расчет и оценка экономической эффективности осуществлялись в два этапа.

Согласно *первому этапу* проведен расчет капитальных вложений на создание разработанного технического устройства над отопительным прибором и подсвечником в комплексе с системой местной механической вытяжной вентиляции. При этом рассматривались два варианта оценки экономической эффективности: с применением и без применения разработанных автором технических устройств.

Автором запроектированы четыре системы местной вытяжной вентиляции с техническим устройством над подсвечником, принципиальная схема которой представлена на рис. 1, и техническое устройство над отопительным прибором, приведенное на рис. 2 [7–8]. Выполнен аэродинамический расчет системы местной вытяжной вентиляции, определены размеры воздухопроводов и тип вентиляционного оборудования, разработана спецификация на предложенные технические устройства и на ее основе составлена локальная смета [9–10].

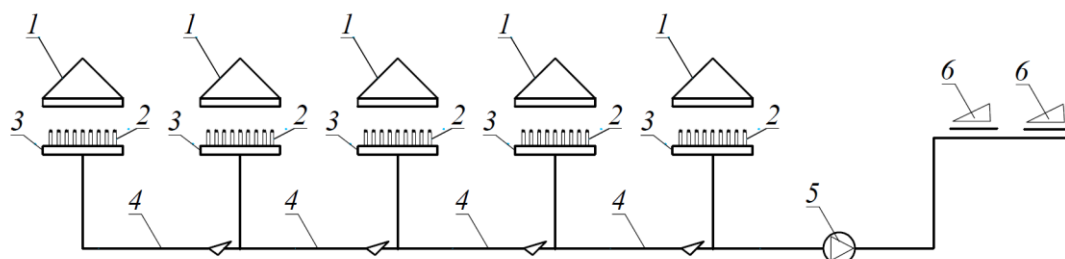


Рис. 1. Принципиальная схема систем местной вытяжной вентиляции с техническим устройством в виде зонта с подсвечником для улавливания и удаления копоти и сажи от горящих церковных свечей в Спасском кафедральном соборе города Пензы: 1 – вытяжной зонт, 2 – церковные свечи, 3 – столешница подсвечника, 4 – вытяжной воздуховод; 5 – вентиляционное оборудование, 6 – выброс воздуха

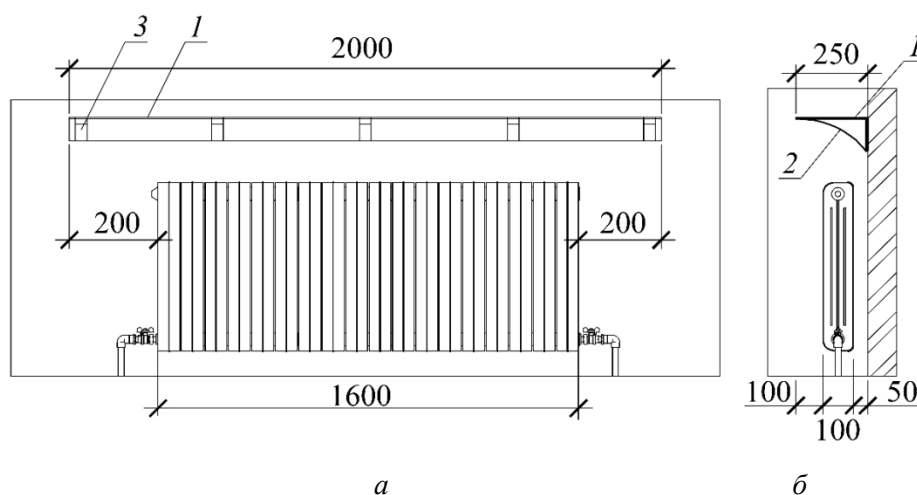


Рис. 2. Техническое устройство – узел установки отопительного прибора с горизонтальной направляющей с дугой внутри: а – вид спереди, б – вид сбоку; 1 – горизонтальная направляющая (подоконник), 2 – внутренняя дуга, 3 – кронштейн крепления к стене

В результате проведенных исследований на первом этапе автором получена величина суммарных капитальных вложениях для двух технических устройств $K_{\text{ту}}$, руб.

На *втором этапе* разработки методики оценки предлагается выполнить расчет годовых эксплуатационных затрат для данных двух технических устройства (рис. 1 и рис. 2) $C_{\text{ту}}$ по формуле (1):

$$C_{\text{ту}} = T_{\text{т}} + A + Э + В + X + З + P_{\text{т}} + P_{\text{к}} + У, \quad (1)$$

где $T_{\text{т}}$ – затраты на тепловую энергию, одинаковые по обоим рассматриваемым вариантам, руб./год;

A – годовые амортизационные отчисления, руб./год;

$Э$ – затраты на электроэнергию, руб./год;



В – затраты на оплату стоимости воды, одинаковые по обоим рассматриваемым вариантам, руб./год;

Х – затраты на холод (отсутствуют), руб./год;

Р_т, Р_к – затраты на текущий и капитальный ремонт, руб./год;

З – заработная плата обслуживающего персонала, руб./год;

У – затраты на управление, технику безопасности, охрану труда, спецодежду, руб./год.

Амортизация может проводиться различными способами в зависимости от выбранной организацией системы налогообложения и учета. В предлагаемой методике расчета применяется линейный метод начисления амортизации. В этом случае стоимость вентиляционной установки равномерно распределяется на протяжении всего срока её службы. Срок эксплуатации вентиляционных установок определяется на основе технических характеристик устройств и подверженности их износу: обычно принимается во внимание среднестатистический срок эксплуатации для данного типа оборудования (от 3 до 10 лет).

Следовательно, расчетную норму амортизации H_A , %, необходимо определить по формуле (2):

$$H_A = \frac{1}{T_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где T_{Σ} – срок эксплуатации для данного типа оборудования, лет.

Сумма годовой амортизации A , руб./год, по линейному методу определяется по формуле (3):

$$A = C_{\text{перв}} \cdot \frac{H_A}{100}, \quad (3)$$

где $C_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость объекта амортизации.

Амортизация системы вытяжной механической вентиляции является важной составляющей финансового учета предприятия и позволяет формировать резервы на приобретение нового оборудования в будущем.

Затраты на электроэнергию Σ , руб./год, рассчитываются из условия периода работы системы вентиляции и тарифа на электроэнергию по (4):

$$\Sigma = C_{\text{тар}} \cdot N_{\text{уст}} \cdot P_{\Sigma} \cdot 365, \quad (4)$$

где $C_{\text{тар}}$ – тариф на электроэнергию, руб./кВт;

$N_{\text{уст}}$ – установочная мощность электродвигателей вентиляционного оборудования, кВт;

P_{Σ} – период (время) эксплуатации в течение суток, час./сут.;

365 – количество дней в году.

Расчет заработной платы $З$, руб./год, обслуживающего персонала определяется по формуле (5):

$$З = Z_{\text{мин}} \cdot n \cdot 12, \quad (5)$$

где $Z_{\text{мин}}$ – минимальный размер оплаты труда согласно № 82-ФЗ от 19.06.2000 «О минимальном размере оплаты труда», руб./мес;

n – численность обслуживающего персонала, чел.,

12 – количество месяцев в году.



Расчет затрат на текущий P_T , руб./год, и капитальный P_K , руб./год, ремонт определяется по формуле (6):

$$P_T \cdot P_K = 0,2 \cdot A = 0,023 \cdot K_{TY}. \quad (6)$$

Расчет затрат на управление, технику безопасности, охрану труда, спецодежду Y , руб./год, составляет 30 % от суммы амортизационных отчислений A , затрат на текущий ремонт P_T и заработную плату Z и определяется по формуле (7):

$$Y = 0,3 \cdot (A + P_T + Z). \quad (7)$$

Из анализа опыта проведения реставрационных работ во многих православных храмах и соборах страны автором предлагается разделить жизненный цикл убранства залов богослужения на следующие 5 этапов: 20, 40, 60, 80 и 100 лет.

Затраты на выполнение реставрационных работ приняты в процентах от первоначальной стоимости убранства: для каждого этапа жизненного цикла соответственно укрупненно составляют 1, 2, 3, 4, 5 % при использовании технических средств для улавливания и удаления копоти и сажи от горящих свечей и отклонения загрязненного теплового потока от поверхности стен с размещенным на них убранством.

Для сравнительного анализа автором представлены затраты на выполнение реставрационных работ без использования указанных выше устройств; в этом случае процент затрат для принятых этапов жизненного цикла убранства залов богослужения 20, 40, 60, 80 и 100 лет составляет, соответственно, 6, 8, 10, 12, 15 %.

Сравнительный анализ вариантов затрат на реставрационные работы с применением и без применения предложенных технических устройств позволяет сделать вывод, что минимальный процент от первоначальных затрат имеет место быть при внедрении технических устройств за счет обеспечения расчетных микроклиматических параметров и чистоты воздуха в зале богослужения.

Отметим, что при оценке экономической эффективности применения предложенных автором технических устройств (рис. 1 и рис. 2) необходимо учитывать, наряду с удорожанием реставрационных материалов, удорожание стоимости капитальных K_{TY} и эксплуатационных C_{TY} затрат на каждом этапе жизненного цикла с учетом инфляционного показателя.

Заключение. Предложенная автором методика оценки применения инновационных технических устройств позволяет осуществить прогнозирование экономических затрат и получение экономического эффекта при проведении реставрационных работ в православных храмах. Данная методика предлагается впервые и не имеет аналогов при проведении реставрационных работ в православных сооружениях.

Применение запатентованных технических устройств (рис. 1 и рис. 2) обеспечивает защиту внутреннего воздуха от копоти, сажи, жира и влаги и, как следствие, сохраняет убранство зала богослужения и размещение в нем историко-культурного наследия на всех этапах цикла жизнедеятельности.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болотов, Е. Н. Храмы православные. Как сохранить наследие / Е. Н. Болотов // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2024. – № 3. – С. 180–186.
2. Болотов, Е. Н. Сохранение наследия: микроклимат музеев / Е. Н. Болотов. – Текст : электронный // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2018. – № 1. – С. 170–176. – EDN NQLCHZ.
3. Табунщиков, Ю. А. Оптимальные параметры внутреннего воздуха исторических зданий: методика определения / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2018. – № 3. – С. 148–155.
4. Кочев, А. Г. Основные направления энергосбережения в православных храмах различных веков / А. Г. Кочев // Вестник Приволжского территориального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук : сборник научных трудов. – Нижний Новгород, 2024. – С. 199–203.
5. Кочев, А. Г. Влияние внутренних параметров микроклимата на сохранность православных храмов / А. Г. Кочев // Фундаментальные поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2022–2023 годы : научные труды РААСН. – Москва, 2024. – С. 236–240.
6. Патент № RU 232782 U1 Российская Федерация, МПК F21V 35/00. Подсвечник для культовых сооружений : № 2024100832 : заявл. 10.01.2024 : опубл. 20.03.2025 / А. И. Еремкин, А. Г. Аверкин, И. К. Пономарева [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (ПГУАС). – 7 с.
7. Патент № RU 2773457 C1 Российская Федерация, МПК F21V 35/00. Способ сбора и отвода дыма, копоти, сажи при сгорании свечей от группы подсвечников, установленных в храмах, соборах и других культовых сооружениях : № 2021115913 : заявл. 01.06.2021 : опубл. 03.06.2022 / А. И. Еремкин, А. Г. Аверкин, И. К. Пономарева [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (ПГУАС). – 8 с.
8. Патент № RU 214332 U1 Российская Федерация, МПК F24H 3/06, F24H 9/02. Чугунный секционный радиатор с направляющей : № 2022114945 : заявл. 01.06.2022 : опубл. 21.10.2022 / А. И. Еремкин, А. Г. Аверкин, И. К. Пономарева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (ПГУАС). – 7 с.
9. Еремкин, А. И. Методологические основы исследования параметров потока воздуха в зоне всасывания вытяжного зонта / А. И. Еремкин, А. Г. Аверкин, И. К. Пономарева, К. А. Петрова // Региональная архитектура и строительство. – 2023. – № 3 (56). – С. 167–179.
10. Марков, Н. А. Оценка эффективности разработанного фильтро-вытяжного зонта для улавливания загрязненных конвективных потоков / Н. А. Марков, С. В. Угорова. – Текст : электронный // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 10. – С. 20–24. – EDN FWLHON.



PONOMAREVA Inna Konstantinovna, candidate of economic sciences, associate professor of the chair of information support for management and production

**METHODOLOGY FOR ASSESSING INNOVATIVE TECHNICAL DEVICES
FOR CLIMATIZATION OF ORTHODOX STRUCTURES**

Penza State University.

40, Krasnaya St., Penza, 440026, Russia.

Tel.: (8412) 66-63-80; e-mail: inna.ok007@rambler.ru

Key words: air-conditioning, decoration, restoration, economic efficiency, inflation.

The author has developed a methodology for assessing the recommendations for optimizing the microclimate parameters of Orthodox religious buildings based on innovative technical devices aimed at preserving the historical and cultural heritage in Orthodox churches, cathedrals, and temples. The author has proposed a methodology for assessing the economic efficiency of the developed technical devices based on the analysis of the restoration work carried out during the life cycle of the decoration, taking into account capital and operational costs and changes in the inflation rate.

REFERENCES

1. Bolotov E. N. Khramy pravoslavnyye. Kak sokhranit nasledstvo [Orthodox Churches. How to Preserve Your Inheritance]. Ventilyatsiya. otopleniye. konditsionirovaniye vozdukha. teplosnabzheniye i stroitelnaya teplofizika [Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermophysics]. 2024, № 3, P. 180–186.
2. Bolotov, E. N. Sokhraneniye naslediya: mikroklimat muzeyev [Heritage preservation: the microclimate of museums]. Ventilyatsiya. otopleniye. konditsionirovaniye vozdukha. teplosnabzheniye i stroitelnaya teplofizika [Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermophysics]. 2018, № 1, P. 170–176. EDN NQLCHZ.
3. Tabunshchikov Yu. A., Brodach M. M. Optimalnyye parametry vnutrennego vozdukha istoricheskikh zdaniy: metodika opredeleniya [Optimal Indoor Air Parameters for Historic Buildings: Methodology for Determining]. Ventilyatsiya. otopleniye. konditsionirovaniye vozdukha. teplosnabzheniye i stroitelnaya teplofizika [Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermophysics]. 2018, № 3, P. 148–155.
4. Kochev A. G. Osnovnyye napravleniya energosberezheniya v pravoslavnykh khramakh razlichnykh vekov [The Main Directions of Energy Saving in Orthodox Churches of Different Centuries]. Vestnik Privolzhskogo territorialnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii arkhitektury i stroitelnykh nauk. [Bulletin of the Volga Territorial Branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. Sbornik nauchnykh trudov. Nizhny Novgorod, 2024. P. 199–203.
5. Kochev A. G. Vliyaniye vnutrennikh parametrov mikroklimata na sokhrannost pravoslavnykh khramov [The impact of internal microclimate parameters on the preservation of Orthodox churches]. Fundamentalnyye poiskovyie i prikladnyye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitelstva i stroitelnoy otrasli Rossiyskoy Federatsii v 2022–2023 gody. Nauchnyye trudy RAASN. V 2-kh tomakh. Moscow, 2024, P. 236–240.
6. Patent № RU 232782 U1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F21V 35/00. Podsvechnik dlya kultovykh sooruzheniy [Candle holder for religious buildings] : № 2024100832 : zayavl. 10.01.2024 : opubl. 20.03.2025 / Eremkin A. I., Averkin A.G., Ponomareva I. K. [i dr.] ; zayavitel Penzenskiy gosudarstvennyy universitet arkhitektury i stroitelstva (PGUAS). 7 p.



7. Patent № RU 2773457 C1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F21V 35/00. Sposob sbora i otvoda dyma, kopoti, sazhi pri sgoranii svechey ot gruppy podsvechnikov, ustanovlennykh v hramakh, soborakh i drugikh kultovykh sooruzheniyakh [A method for collecting and removing smoke, soot, and carbon from candles in a group of candlesticks installed in churches, cathedrals, and other religious buildings] : № 2021115913 : zayavl. 01.06.2021 : opubl. 03.06.2022 / A. I. Eremkin, A. G. Averkin, I. K. Ponomareva [i dr.] ; zayavitel Penzenskiy gosudarstvenny universitet arhitektury i stroitelstva (PGUAS). 8 p.

8. Patent № RU 214332 U1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24H 3/06, F24H 9/02. Chugunny sektionny radiator s napravlyayushchey [Cast iron sectional radiator with a guide] : № 2022114945 : zayavl. 01.06.2022 : opubl. 21.10.2022 / A. I. Eremkin, A.G. Averkin, I. K. Ponomareva ; zayavitel Penzenskiy gosudarstvenny universitet arhitektury i stroitelstva (PGUAS). 7 p.

9. Yermkin A. I., Averkin A. G., Ponomareva I. K., Petrova K. A. Metodologicheskiye osnovy issledovaniya parametrov potoka vozdukha v zone vsasyvaniya vytyazhnogo zonta [Methodological foundations for studying air flow parameters in the suction zone of an exhaust hood]. Regionalnaya arkhitektura i stroitelstvo [Regional architecture and construction]. 2023, № 3 (56), P. 167–179.

10. Markov N. A., Ugorova S. V. Otsenka effektivnosti razrabotannogo filtro-vytyazhnogo zonta dlya ulavlivaniya zagryaznennykh konvektivnykh potokov [Evaluation of the effectiveness of the developed filter-extractor hood for capturing contaminated convective flows]. Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii [Modern high-tech technologies]. 2022, № 10, P. 20–24. – EDN FWLHOH.

© И. К. Пономарева, 2025

Получено: 28.06.2025 г.