

Определение энергоэффективности зданий поликлиник г. Москвы при их реконструкции

Е. В. Малинина¹, И. В. Гиясова¹, М. Д. Васильев²

¹ *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет*

² *Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН*

Аннотация: В настоящее время энергоэффективность зданий является одной из наиболее актуальных проблем, связанных с экономикой и экологией. Сокращение затрат на энергопотребление не только помогает снизить расходы на содержание зданий, но и снижает негативное влияние на окружающую среду. В данной статье рассмотрена проблема повышения энергоэффективности ограждающих конструкций зданий поликлиник и методика определения энергоэффективности предлагаемых ограждающих конструкций городских поликлиник для условий г. Москвы. Реализация энергоэффективного проекта реконструкции зданий поликлиник требует комплексного подхода, который включает в себя выбор оптимальных материалов и конструкций, тщательный анализ и расчет энергоэффективности путем определения экономии теплопотерь после реконструкции зданий. Реализация такого подхода позволит снизить теплопотери и увеличить комфортность пребывания в зданиях.

Ключевые слова: энергоэффективность, теплопотери, реконструкция, ограждающие конструкции, лечебные и медицинские учреждения.

Повышение энергоэффективности зданий является одной из главных задач в современном строительстве. Оно позволяет сократить затраты на энергоносители и снизить вредное влияние на окружающую среду [1]. В настоящее время около 30 % мирового производства энергии предназначено для конечного использования в гражданском секторе. В частности, почти 60 % мировой электроэнергии потребляется в жилых и коммерческих зданиях. Потребности в энергии тесно связаны с местными погодными условиями, поэтому можно ожидать, что изменения глобальных и местных погодных условий в будущем приведут к изменению годовой потребности в энергии для существующего фонда зданий [2]. Сегодня одним из основных объектов, где необходимо решить эту задачу, являются поликлиники города Москвы [3,4]. В 2016 году в Департаменте здравоохранения города Москвы был утвержден новый Стандарт для городских поликлиник, предусматривающий

повышенные требования к комфортности и качеству зданий [5]. В рамках разработки стандарта была проведена оценка технического состояния зданий московских поликлиник. Результаты оценки показали, что 137 зданий лечебных учреждений Москвы не соответствовали новым требованиям, что приводит к чрезмерным теплотерям в зданиях.

Стоит отметить, что некоторые из этих зданий были построены в соответствии с типовыми проектами поликлиник VII-40 для взрослых и VII-42 для детских поликлиник, которые соответствовали требованиям пособия по проектированию учреждений здравоохранения к СНиП 2.08.02-89 и МГСН 4.12-97. Однако сегодня здания поликлиник уже не отвечают современным требованиям к энергоэффективности, которые были установлены Федеральным Законом от 23.11.2009 № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и СП 50.13330.2012.

С целью оптимизации энергоэффективности зданий поликлиник города Москвы необходимо внедрить энергоэффективные ограждающие конструкции зданий. При реконструкции здания важно учитывать стоимость улучшения и возможные последствия улучшения. Их можно измерить по потреблению энергии. Кроме того, моделирование энергопотребления – это процесс, помогающий определить правильный формат, применяемый для улучшения здания [6]. Они должны обеспечивать максимальную сохранность тепла внутри здания и минимизировать теплотери. Первый шаг в реализации проекта - разработка проектной документации, включающей в себя подбор материалов, конструкций, технических решений и методов монтажа. Для разработки проектной документации необходимо провести анализ существующих ограждающих конструкций, а также определить возможности и потенциал для улучшения их энергоэффективности. В случае

городских поликлиник Москвы, анализ может включать в себя оценку теплопотерь через окна, двери, крыши, стены, а также использование энергосберегающих технологий для отопления и кондиционирования воздуха. После определения потребления энергии необходимо произвести выбор оптимальных решений по повышению энергоэффективности.

При выборе материалов и конструкций для ограждающих конструкций следует учитывать множество факторов, включая теплопроводность, тепловую инерцию, устойчивость к воздействию атмосферных явлений и прочность [7,8]. Следует уделить внимание также системам вентиляции и кондиционирования воздуха, которые могут влиять на энергоэффективность здания в целом. Кроме того, важным этапом является оценка соответствия проекта требованиям нормативно-правовых актов в области энергосбережения. В свою очередь, актуализированный Стандарт городских поликлиник города Москвы предлагает использовать в качестве энергоэффективных стеновые ограждающие конструкции с вентилируемым фасадом.

Основным техническим нормативным документом расчета энергоэффективности поликлиник Москвы, является СП 50.13330.2012 (рис. 1 и 2).

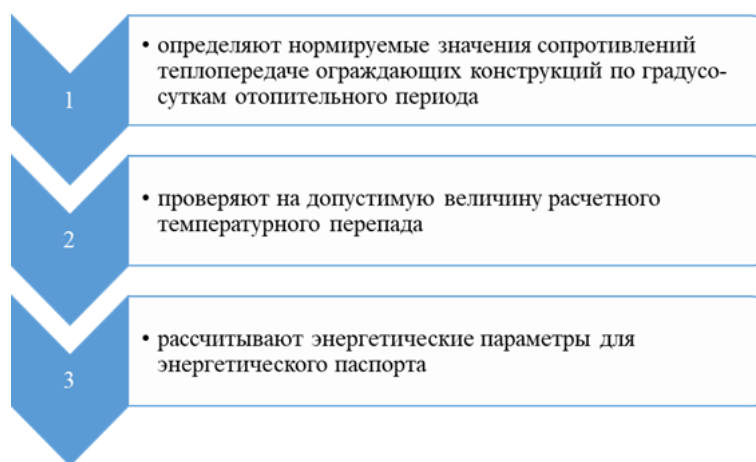


Рис. 1. – Последовательность выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций по показателю «а»

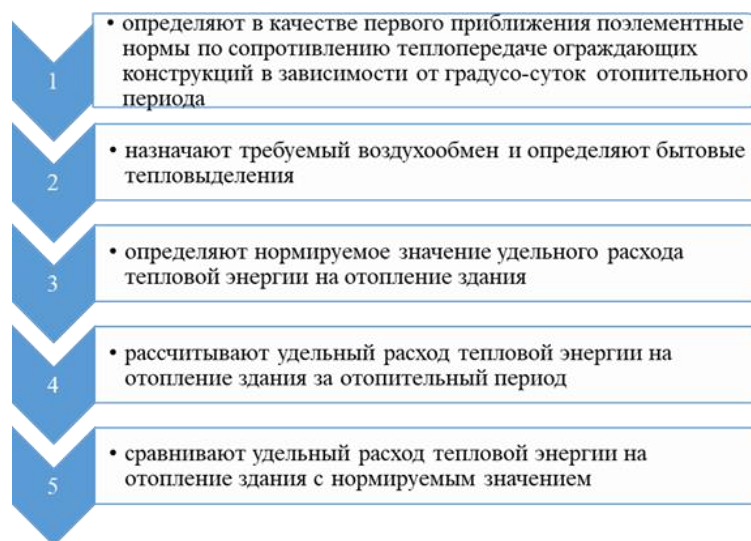


Рис. 2. – Последовательность выбора теплозащитных свойств ограждающих конструкций по показателю «б»

Эти методы являются объемными и многокритериальными, что, разумеется, необходимо для комплексного анализа, однако они не позволяют оперативно проводить предварительную оценку рассматриваемых вариантов [9]. Инструменты моделирования энергопотребления зданий считаются наиболее точным способом оценки тепловых характеристик здания, позволяя лучше понять влияние проектных решений [10]. В связи с чем предлагается рассмотреть сравнительный метод предварительной оценки решений по повышению энергоэффективности поликлиник, в следующей последовательности:

1) Определяем площадь фасадов по внешним обмерам и светопрозрачных конструкций (оконные, дверные блоки) с учетом ориентации по сторонам света.

2) В соответствии с СП 50.13330.2012 производим расчет теплотехнических показателей ограждающих конструкций до реконструкции: определяем сопротивление теплопередаче существующих деревянных оконных/балконных блоков и ограждающих конструкций стен, чердачного перекрытия и перекрытия над неотапливаемым подвалом.

3) По формуле (1) определяем теплопотери через внешние ограждающие конструкции:

$$Q_0 = \sum(k \cdot F \cdot \Delta t) \cdot b_u(1 + \sum\beta) = \sum\left(\frac{1}{R} \cdot F \cdot (t_{\text{вн}} - t_p)\right) \cdot b_u(1 + \sum\beta) \quad (1)$$

где R –сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, [м²·К/Вт];

$k = \frac{1}{R}$ – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К);

F – площадь ограждающей конструкции, [м²];

$t_{\text{вн}}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, [°С];

t_p – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, [°С];

b_u – поправочный коэффициент учета снижения разности температур между кондиционированным и не кондиционированным объемом;

$\sum\beta$ – суммарные дополнительные потери теплоты в долях от основных теплопотерь, учитываемые для наружных вертикальных ограждающих конструкций здания (стены, двери и окна) в соответствии с их ориентацией по сторонам света.

4) По формуле (2) определяем расход теплоты на нужды естественной инфильтрации для здания поликлиники до реконструкции:

$$Q_{\text{инф}} = 0,337 \cdot n_{\text{об}} \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_p) \quad (2)$$

где $n_{\text{об}}$ – кратность воздухообмена в помещениях;

V – кондиционированный (отапливаемый) объем помещений здания, [м³].

5) Определяем суммарные теплопотери здания поликлиники до реконструкции, [Вт], по формуле (3):

$$Q_{\text{сумм}} = Q_0 + Q_{\text{инф}} \quad (3)$$

6) Полученное расчетное значение целесообразно сравнивать со значением, указанным в договоре теплоснабжения или в технических

условиях на подключение здания к тепловым сетям города. Годовой расход тепловой энергии для существующего здания поликлиники, [Гкал/год], определим по формуле (4):

$$Q_{\text{год}}^{\text{до рек}} = Q_{\text{сумм}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р}}} \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} \quad (4)$$

где t_c – средняя температура за отопительный период;

n_o – количество суток отопительного периода. 1 ккал/ч = 1,163 Вт.

Полученное значение целесообразно сравнивать с фактическими показателями потребления тепловой энергии зданием поликлиники за последние три года по счетчику с приведением к стандартным погодным условиям с применением градусо-суток отопительного периода.

7) Производим расчет теплотехнических показателей модернизированных ограждающих конструкций после реконструкции: определяем сопротивление теплопередаче замененных металлопластиковых оконных/балконных блоков и утепленных ограждающих конструкций стен, чердачного перекрытия и перекрытия над неотапливаемым подвалом.

8) В соответствии с формулой (1), определяем возможные теплотери через модернизированные ограждающие конструкции. Годовое сокращение потребления тепловой энергии [Гкал] за счет уменьшения инфильтрации (неорганизованный природный воздухообмен), рассчитаем по формуле (5):

$$Q_{\text{инф}} = \Delta n_{\text{об}} \cdot V \cdot \rho \cdot C_{\text{возд}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р}}) \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{3600 \cdot 1,163} \quad (5)$$

где $\Delta n_{\text{об}}$ – уменьшение кратности воздухообмена после замены окон;

$n = 0,7$ – до замены, $n = 0,6$ – после замены (по ГОСТ Р 52539-2006 [7]);

V – отапливаемый объем помещений; $\rho = 1,293$ кг/м³ – плотность воздуха;

$C_{\text{возд}} = 1005$ Дж/(кг·К) – теплоемкость воздуха.

9) Суммарные теплотери после реконструкции определяем по формуле (3);

10) Определим годовой расход тепловой энергии для модернизированного здания поликлиники, [Гкал/год] по формуле (6):

$$Q_{\text{год}}^{\text{после рек}} = Q_{\text{сумм}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_c}{t_{\text{вн}} - t_p} \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{10^{-0}}{1,163} \quad (6)$$

где t_c – средняя температура за отопительный период;

n_o – количество суток отопительного периода; 1 ккал/ч = 1,163 Вт.

11) Рассчитываем годовую экономию тепловой энергии за счет повышения энергоэффективности наружных стен здания поликлиники, [Гкал/год], формула (7):

$$\Delta Q_{\text{год}}^{\text{эконом}} = (Q_{\text{год}}^{\text{после рек}} - Q_{\text{год}}^{\text{до рек}}) = (Q_{\text{сумм}}^{\text{после рек}} - Q_{\text{сумм}}^{\text{до рек}}) \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_c}{t_{\text{вн}} - t_p} \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{10^{-0}}{1,163} \quad (7)$$

Используя данную методику и выполняя анализ потребления энергии возможно находить оптимальные решения по повышению энергоэффективности, проводить расчеты теплопотерь до и после реконструкции зданий поликлиник, чтобы оценить реальную выгоду от внедрения подобных решений. Также следует отметить, что повышение энергоэффективности может принести не только экономическую выгоду, но и положительный эффект влияния на окружающую среду. Сокращение энергопотребления в зданиях помогает снизить выбросы углекислого газа и других вредных веществ, которые негативно влияют на окружающую среду и здоровье людей.

Литература

1. Ратнер С.В. Вопросы практической реализации государственной экономической политики в области энергоэффективности // Экономический анализ: теория и практика. 2013. №29 (332). URL: cyberleninka.ru/article/n/voprosy-prakticheskoy-realizatsii-gosudarstvennoy-ekonomicheskoy-politiki-v-oblasti-energoeffektivnosti.

2. Ciancio, V., Salata, F., Falasca, S., Curci, G., Golasi, I., Wilde, P. Energy demands of buildings in the framework of climate change: An investigation across Europe // Sustainable Cities and Society, 2020, № 60, 102213. URL: doi.org/10.1016/j.scs.2020.102213

3. Савельев В.Г., Хафизов Р.Р. Устойчивость в архитектуре современных медицинских комплексов // Известия КазГАСУ. 2018. №2 (44). URL: cyberleninka.ru/article/n/ustoychivost-v-arhitekture-sovremennyh-meditsinskih-kompleksov.

4. Гайдук А.Р. Формирование образа зданий медицины // Academia. Архитектура и строительство. 2015. №4. URL: cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-obraza-zdaniy-meditsiny.

5. Назарова М.П., Барковская А.Ю., Янин К.Д. Социокультурные аспекты организации архитектурного пространства для медицинской деятельности // Вестник Волгогр. гос. ун-та. Сер. 7, Филос. 2015. №2. URL: cyberleninka.ru/article/n/sotsiokulturnye-aspekty-organizatsii-arhitekturnogo-prostranstva-dlya-meditsinskoj-deyatelnosti.

6. Chanpichaigol, N., Chaichana, Ch., Buachart, Ch., Tochaiwat, K., Rinchumphu, D. Analytical process of the energy efficiency in building improvement alternatives // Energy Reports, 2022, №8, URL: doi.org/10.1016/j.egyр.2022.10.110

7. Гиясов Б.И. Влияние современной городской застройки на энергоэффективность зданий // Инженерный вестник Дона, 2019, №8 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2019/6141

8. Абрамян С.Г., Матвийчук Т.А. К вопросу об энергетической эффективности зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2017, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3993

9. Hafez, F., a, Sa'di, B., b, Safa-Gamal, M., Taufiq-Yap, Y.H., Alrifae, M., Seyedmahmoudian, M., Stojcevski, A., Horan, B., Mekhilef, S. Energy Efficiency

in Sustainable Buildings: A Systematic Review with Taxonomy, Challenges, Motivations, Methodological Aspects, Recommendations, and Pathways for Future Research // Energy Strategy Reviews, 2023, 101013, URL: doi.org/10.1016/j.esr.2022.101013

10. Omarov, B., Memon, S., Kim, J. A novel approach to develop climate classification based on degree days and building energy performance // Energy, 2023, №267, 129514. URL: doi.org/10.1016/j.energy.2022.126514

References

1. Ratner S.V. Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika. № 29 (332). URL: cyberleninka.ru/article/n/voprosy prakticheskoy realizatsii gosudarstvennoy ekonomicheskoy politiki v oblasti energoeffektivnosti.

2. Ciancio, V., Salata, F., Falasca, S., Curci, G., Golasi, I., Wilde, P. Sustainable Cities and Society, 2020, № 60, 102213. URL: doi.org/10.1016/j.scs.2020.102213

3. Savel'ev V.G., Hafizov R.R. Izvestija KazGASU. 2018. №2 (44). URL: cyberleninka.ru/article/n/ustoychivost-v-arhitekture-sovremennyh-meditinskih-kompleksov

4. Gajduk A.R. Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. 2015. № 4. URL: cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-obraza-zdaniy-meditiny

5. Nazarova M.P., Barkovskaja A.Ju., Janin K.D. Vestnik Volgogr. gos. un-ta. Ser. 7, Filos. 2015. №2. URL: cyberleninka.ru/article/n/sotsiokulturnye-aspekty-organizatsii-arhitekturnogo-prostranstva-dlya-meditinskoy-deyatelnosti.

6. Chanpichaigosol, N., Chaichana, Ch., Buachart, Ch., Tochaiwat, K., Rinchumphu, D. Energy Reports, 2022, №8. URL: doi.org/10.1016/j.egy.2022.10.110

7. Gijasov B.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №8 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2019/6141



8. Abramjan S.G., Matvijchuk T.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №1
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3993
9. Hafez, F., a, Sa'di, B., b, Safa-Gamal, M., Taufiq-Yap, Y.H., Alrifaey, M., Seyedmahmoudian, M., Stojcevski, A., Horan, B., Mekhilef, S. Energy Strategy Reviews, 2023, 101013. URL: doi.org/10.1016/j.esr.2022.101013.
10. Omarov, B., Memon, S., Kim, J. Energy, 2023, №267, 129514. URL: doi.org/10.1016/j.energy.2022.126514.