

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕПЛОВОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

КОРБАН Л.К.¹, ШТУРБИНА Е.В.², ПАШКЕВИЧ Н.А.³

¹ доцент факультета строительства и недвижимости МИПК и ПК БНТУ

² старший преподаватель факультета строительства и недвижимости МИПК и ПК БНТУ

³ м.э.н., старший преподаватель кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью» строительного факультета БНТУ
г. Минск, Республика Беларусь

Особое внимание в настоящее время уделяется разработкам, обеспечивающим снижение энергопотребления, как при возведении зданий, так и в процессе их эксплуатации. Сложившиеся тенденции в области энерго- и ресурсосбережения требуют разработки и освоения производства новых конструкций, технологий и инженерного оборудования, базирующихся на прогрессивных достижениях строительной науки и техники.

Важнейшим направлением, позволяющим снизить энергопотери зданий и, следовательно, потребление тепловой энергии на отопление, является повышение теплозащиты зданий за счет увеличения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и применения энергоэффективных инженерных систем. В настоящее время широкое применение получили навесные вентилируемые фасады. В работе оценивается эффективность тепловой модернизации административного корпуса.

Ключевые слова: оценка эффективности, тепловая модернизация, вентилируемые фасады, системы утепления, локальные сметы, технико-экономические показатели вариантов тепловой модернизации, показатели эффективности.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF VENTILATED FACADES DURING THERMAL MODERNIZATION OF THE ADMINISTRATIVE BUILDING

KORBAN L.K.¹, SHTURBINA E.V.², PASHKEVICH N.A.³

¹Associate Professor of the Faculty of Construction and Real Estate MIPK and PC BNTU

²Senior Lecturer of the Faculty of Construction and Real Estate MIPK and PC BNTU

³m.e.c, Senior Lecturer at the Department of Economics, Organization of Construction and Real Estate Management, Faculty of Civil Engineering, BNTU
Minsk, Republic of Belarus

Particular attention is currently being paid to developments that reduce energy consumption, both during the construction of buildings and during their operation. The current trends in the field of energy and resource saving require the development and mastering of the production of new structures, technologies and engineering equipment based on the progressive achievements of building science and technology.

The most important direction that allows to reduce the energy losses of buildings and, consequently, the consumption of thermal energy for heating, is to increase the thermal protection of buildings by increasing the resistance to heat transfer of enclosing structures and the use of energy-efficient engineering systems. Currently, hinged ventilated facades are widely used. The paper evaluates the effectiveness of thermal modernization of the administrative building.

Key words: efficiency assessment, thermal modernization, ventilated facades, insulation systems, local estimates, technical and economic indicators of thermal modernization options, performance indicators.

ВВЕДЕНИЕ

Модернизация зданий, сооружений – совокупность строительно-монтажных, пусконаладочных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с повышением потребительских качеств капитальных строений (зданий, сооружений), их частей и (или) элементов, с приведением эксплуатационных показателей к уровню современных, обязательных для соблюдения требований технических нормативных правовых актов, с устройством новых инженерных систем и оборудования в капитальных строениях (зданиях, сооружениях), с переносом и (или) установкой перегородок без изменения назначения капитальных строений (зданий, сооружений), их частей в существующих габаритах капитальных строений (зданий, сооружений) [1].

Перечень основных видов работ, выполняемых при модернизации зданий и сооружений, определены строительным правилам СП 1.04.01-2021 «Ремонт и модернизация зданий и сооружений».

Тепловая модернизация – совокупность работ и мероприятий, связанных с приведением эксплуатационного показателя сопротивления теплопередаче всех элементов здания (сооружения) к уровню современных требований [2].

В соответствии с Государственной программой «Энергосбережение» на 2021 – 2025 годы, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 24 февраля 2021 г. № 103, тепловая модернизация является одной из основных мер по повышению энергоэффективности зданий [5].

Реализация Государственной программы позволит обеспечить в 2021 – 2025 годах взаимосвязанную деятельность по энергосбережению республиканских органов государственного управления, иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь, облисполкомов и Минского.

Для финансирования общего комплекса мероприятий за счет всех источников потребуется 4 213 536 000 рублей, в том числе:

- в 2021 году – 808 422 000 рублей;
- в 2022 году – 962 683 000 рублей;
- в 2023 году – 739 332 000 рублей;
- в 2024 году – 841 455 000 рублей;
- в 2025 году – 861 644 000 рублей [6].

Необходимость разработки данной программы обусловлено тем, что более 80 процентов зданий в Республике Беларусь были построены до 1996 года, когда требования к энергоэффективности были достаточно низкие.

Значимость проблемы повышения сопротивления теплопередаче наружных стен, и соответственно, снижение энергопотребления зданий подтверждается тем фактом, что Республика Беларусь ежегодно импортирует более 85% энергоносителей

В связи с этим активно разрабатываются новые нормативные документы с откорректированными показателями сопротивления теплопередачи, близкими к Европейским нормам. Поэтому постановлением Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 12.11.2020 г. № 78 были утверждены и введены в действия строительные нормы СН 2.04.02-2020 «Здания и сооружения. Энергетическая эффективность».

Вместе с тем, необходимо подчеркнуть, что реализация мероприятий по утеплению зданий требует значительных материальных и денежных затрат, что в свою очередь требует рассмотреть

вопрос о целесообразности их проведения. Расчеты показали, что окупаемость затрат на утепление зданий от экономии тепловой и электрической энергии происходит через 7-11 лет, повышение же доли оплаты жильцами электроэнергии позволит снизить срок окупаемости до 3-5 лет.

ВИДЫ ТЕПЛОВОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЗДАНИЙ

Проблемы рационального использования топливно-энергетических ресурсов, новые технологии строительства быстровозводимых конструкций привели к необходимости дополнительного утепления фасадов (как реконструированных), так и при новом строительстве [8].

В соответствии с новыми нормативными требованиями традиционные строительные материалы (железобетон, кирпич, дерево) не способны в однослойной ограждающей конструкции обеспечить требуемое значение термического сопротивления R_{0mp} . Оно может быть достигнуто лишь в многослойной ограждающей конструкции, где в качестве утеплителя применяется эффективный теплоизоляционный материал.

Системы утепления зданий подразделяют по:

— месту расположения тепловой изоляции в ограждающих конструкциях (стены, цоколи, отмостки; кровли; чердачные и надподвальные перекрытия; светопрозрачное остекление, ниши радиаторов);

— конструктивным особенностям (штукатурные легкие, тяжелые, монолитные; вентилируемые; облицовочные (комплексные); совмещенные; инверсионные) [2].

Вид системы утепления определяется экономической целесообразностью, силовыми и климатическими воздействиями на систему утепления, а также противопожарными требованиями по ТКП 45.2.02-315.

Вентилируемый фасад – это каркас, на который устанавливается отделочный материал. Он крепится непосредственно к зданию. Главная особенность – воздушный промежуток, присутствующий между слоями фасада.

Конструкция современных навесных вентилируемых фасадов, предполагая создание свободного пространства между облицовочным материалом и слоем утеплителя, обеспечивает постоянное и свободное движение воздушных масс внутри конструкции. За счет этого полностью исключается скопление атмосферной влаги и образование конденсата. Именно непрерывная вентиляция и надежная защита от разрушительного воздействия внешних факторов, включая погодные условия, является главным преимуществом фасадных систем нового поколения. С такой облицовкой срок службы объекта увеличивается до 50 лет

В основном вентилируемые фасады используются в общественных, административных зданиях (в том числе банков, офисов и т.п.), а также при реконструкции жилых акцентных домов, играющих градообразующую роль.

Основными достоинствами вентилируемых фасадов являются:

– термоизоляция – излишнему накоплению тепла внутри здания препятствует совместное применение специальной профильной системы для навесных фасадов и теплоизолятора, обеспечивающих естественную вентиляцию фасада. Тем самым достигается комфортный микроклимат в помещении без применения дополнительных дорогостоящих систем кондиционирования;

– теплоизоляция – наличие утеплителя, защищенного от воздействия осадков и, главным образом, от возникновения конденсата, значительно снижающего теплосберегающие свойства утеплителя, благодаря профильной системе вентилируемых фасадов позволяет в большой степени сократить расходы энергии на отопление, а также снизить толщину несущих стен, уменьшая нагрузку на фундамент. В вентилируемых фасадах влажностный баланс и теплоизоляция обеспечиваются как в летнюю, так и в зимнюю погоду, а также при неблагоприятных условиях строительства. Теплоизоляция гарантируется в соответствии с

требованиями современных стандартов. Сухие строительные материалы, используемые в вентилируемых фасадах, обеспечивают получение необходимых значений для определения точки росы и вычисления необходимых значений толщины слоев изоляции. Благодаря двойному сопротивлению теплопередаче достигаются особо благоприятные значения теплоизоляции. Наружный слой теплоизоляции обеспечивает оптимальное накопление тепла в несущих строительных деталях;

– защита от осадков – конструкция основного несущего профиля спроектирована таким образом, что вся попадающая на поверхность фасада влага удаляется в дренаж, исключая контакт с утеплителем и стеной здания;

– технологичность устройства вентфасадов, позволяющая производить весь комплекс работ как в летних, так и в зимних условиях на ограниченном фронте работ, малым количеством рабочих, с использованием локальных средств подмащивания;

– отсутствие специальных требований к поверхности несущей стены – её предварительное выравнивание, и более того, сама система позволяет выравнивать дефекты и неровности поверхности, что делать с применением штукатурок часто сложно и дорого;

– диффузия водяных паров – водяные пары, возникающие в стенах здания, в процессе его эксплуатации, удаляются методом естественной вентиляции, предусмотренной системой навесных фасадов, тем самым существенно улучшая теплоизоляционные свойства стен, обеспечивая комфортный температурный режим внутри здания;

– термические деформации – благодаря специально разработанной схеме монтажа и креплению к стене, профильная система навесных фасадов имеет возможность поглощения термических деформаций, возникающих при суточных и сезонных перепадах температур. Это помогает избежать внутренних напряжений в материале облицовки и несущей конструкции;

– пожарная безопасность – системы навесных фасадов включают в себя материалы и изделия, относящиеся к категории трудногорючих или негорючих, препятствующих распространению огня. Для облицовки фасада используются огнеупорные фиброцементные панели, керамогранит или негорючие композитные материалы;

– звукоизоляция – совместное применение навесного фасада и теплоизолятора является отличной звукоизоляцией, поскольку фасадные панели и теплоизолятор имеют звукопоглощающие свойства в широком диапазоне частот (например, звукоизоляция стены из легкого бетона повышается в два раза при устройстве навесного фасада с применением панелей);

– применяемые материалы, размеры – профильная система навесных вентилируемых фасадов позволяет использовать для облицовки стен зданий различные панели или листовые материалы. Размеры и формы панелей могут быть различными, в зависимости от требований, предъявляемых к фасаду.

Вентфасады отличаются друг от друга материалом облицовочного слоя, конструкцией каркаса, способом крепления к стене, методом защиты утеплителя от потоков воздуха, перемещающегося в вентпрослойке.

Для оценки эффективности применения вентилируемых фасадов были выбраны следующие варианты вентилируемого фасада:

- устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из алюминиевых композитных панелей;
- устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов;
- устройство навесных фасадов с облицовкой зданий керамогранитными плитами;
- устройство вентилируемых фасадов с облицовкой «сайдингом»;
- устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из листов цементно-керамзитовых.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ВАРИАНТАМ ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА

В качестве объекта-представителя выбран административный корпус со следующими характеристиками:

- число этажей – 10;
- объем здания – 65 461 м³;
- материал стен – ж/б панели, кирпич;
- год постройки – 1990;
- общая площадь здания – 14 455 м²;
- площадь утепляемого фасада – 6 520 м².

Расчеты по вариантам тепловой модернизации выполняем в текущем уровне цен на март 2023 года на уровне локальных сметных расчетов.

Локальные сметные расчеты были составлены по следующим вариантам вентилируемого фасада:

Вариант 1 – устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из алюминиевых композитных панелей;

Вариант 2 – устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов;

Вариант 3 – устройство вентилируемых фасадов с облицовкой керамогранитными плитами;

Вариант 4 – устройство вентилируемых фасадов с облицовкой "сайдингом";

Вариант 5 – устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из цементно-керамзитовых листов.

В составе основных технико-экономических показателей рассматриваются:

- основная заработная плата;
- эксплуатация машин и механизмов;
- стоимость материалов;
- прямые затраты;
- трудозатраты;
- сметная стоимость;
- ОХР и ОНР;

Ставка человеко-часа рабочих-строителей 4-го разряда по г. Минску на 17 февраля 2023 года составляет 9,80 руб.

Для расчета материалов в текущих ценах использовались фактические цены на строительные материалы, изделия и конструкции.

На основе результатов, полученных в локальных сметных расчетах по выбранным вариантам вентилируемых фасадов составлена сводная таблица технико-экономических показателей (Табл.1).

Таблица 1 – Сводная таблица технико-экономических показателей вариантов вентилируемых фасадов

Наименование показателей	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Основная заработная плата, руб.	166 634	122 082	288 113	142 293	144 876
Эксплуатация машин и механизмов, руб.	3 795	3 510	86 368	2 304	2 637
Материалы, руб.	485 986	416 707	491 272	451 197	519 628
Транспорт, руб.	37 642	33 035	39 149	35 741	40 613
Прямые затраты, руб.	694 055	575 333	904 902	631 535	707 754
Затраты труда рабочих, чел-час	21 097	15 725	35 255	19 144	18 237
ОХР и ОНР, руб.	136 663	96 139	257 077	116 683	118 909
Плановая прибыль, руб.	87 593	66 873	164 371	74 605	76 029
Итого, руб	918 311	738 347	1 326 350	822 823	902 692

Источник: собственная разработка авторов.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Анализ сметных расчетов по прямым затратам показал, что наименьшие затраты соответствуют варианту номер 2 – устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов (575 333 руб.).

2. Анализ данных расходов на основную заработную плату показал, что наименьшие затраты характерны для устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов (вариант 2) и составляют 122 082 руб.

3. Анализ данных расходов по материалам по всем вариантам показал, что наименьшие затраты характерны для устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов (вариант 2) и составляют 416 707 руб.

4. Анализ данных по трудозатратам по всем вариантам показал, что наименьшие затраты имеет система устройства вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов (вариант 2), и они составляют 15 725 чел.-часов. Наибольшие же имеет система устройство вентилируемых фасадов с облицовкой керамогранитными плитами (вариант 3), и они составляют 35 255 чел.-часов.

5. Анализ результатов расчета по сметной стоимости показал, что наименьшие затраты имеет система устройства вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов (вариант 2), и они составляют 738 345 руб.

Результаты произведенных расчетов можно представить в виде рейтинговой таблицы 2.

Таблица 2 – Сравнение вариантов вентилируемого фасада по элементам затрат на уровне сметных расчетов.

Рейтинговая позиция	Показатели						
	ОЗП	ЭММ	Материалы	Прямые затраты	Трудозатраты	Сметная стоимость	ОХР и ОНР
1 место	Вариант 2	Вариант 4	Вариант 2	Вариант 2	Вариант 2	Вариант 2	Вариант 2
2 место	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 4	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 4	Вариант 4
3 место	Вариант 5	Вариант 2	Вариант 1	Вариант 1	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 5
4 место	Вариант 1	Вариант 1	Вариант 3	Вариант 5	Вариант 1	Вариант 1	Вариант 1
5 место	Вариант 3	Вариант 3	Вариант 5	Вариант 3	Вариант 3	Вариант 3	Вариант 3

Источник: собственная разработка авторов.

Сравнение всех вышеперечисленных затрат пяти вариантов вентилируемого фасада на уровне локальных сметных расчетов позволяет сказать, что наиболее экономически эффективной по сметной стоимости, трудозатратам, материалам и прямым затратам является система устройства вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов.

Основные технико-экономические показатели по варианту номер 2 (устройство вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов) в текущих ценах (на март 2023 года) составят:

- основная заработная плата – 122 082 руб.;
- затраты на эксплуатацию машин и механизмов – 3 510 руб.;
- стоимость материалов – 416 707 руб.
- прямые затраты – 575 333 руб.
- затраты труда рабочих – 15 725 чел.-час.
- сметная стоимость – 728 345 руб.
- ОХР и ОНР – 96 139 руб.

Трудозатраты по данному варианту составляют 15 725 чел.-часов, что является наименьшим показателем по сравнению с другими системами вентилируемого фасада.

Таким образом, с точки зрения минимизации затрат для проведения модернизации объекта можно рекомендовать систему устройства вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАВЕСНЫХ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ

Для расчета эффективности были выбраны два варианта вентилируемого фасада: 2-ой вариант с облицовкой из профилированных листов с минимальными затратами и 1-ый вариант с облицовкой из алюминиевых композитных панелей. Несмотря на то, что, по рейтинговой оценке, вентилируемый фасад с применением алюминиевыми панелей находится на четвертом месте, с точки зрения эстетичности он выигрывает у остальных вариантов тепловой модернизации.

Структура инвестиционных затрат данных вариантов тепловой модернизации представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Структура инвестиций двух вариантов тепловой модернизации

№ п/п	Инвестиционные затраты	Обозначение	Значение, руб.	
			Вариант 1	Вариант 2
1	Стоимость материала	K_m	485 986	416 707
2	Стоимость работ по реализации мероприятия (за вычетом стоимости материала)	$K_{раб}$	432 324	321 640
3	Затраты на эксплуатацию (за весь срок эксплуатации)	$K_{эк}$	65 000	65 000
4	Непредвиденные расходы	$K_{нп}$	9162,65	9162,65
5	Налоговые отчисления:	Н		
5.1	- Отчисления в Белгосстрах (0,6% от ФОТ)		1002,936	736,35
5.2	- Отчисления на социальное страхование (34% от ФОТ)		56833,04	41726,5
5.3	- НДС (20% от стоимости работ по реализации мероприятия и на эксплуатацию оборудования)		97197,2	83341,4
ИТОГО:			1 147 506	938 314

Источник: собственная разработка авторов.

Учет наибольшего количества факторов, воздействующих на проект, позволяет максимально приблизить фактические результаты реализации проекта к ожидаемым, поэтому в инвестиционном проекте большое значение имеет оценка чувствительности показателей эффективности к динамике изменению различных факторов. А проработка нескольких сценариев развития дает возможность оценить целесообразность инвестиционных проектов.

Оценка чувствительности проектов при изменении тарифов на тепловую энергию и изменении стоимости материалов представлена в таблицах 4-6.

Таблица 4 – Оценка чувствительности при устройстве вентилируемых фасадов с облицовкой из алюминиевых композитных панелей

Изменение тарифов на тепловую энергию от текущего уровня, вариант 1													
% изменения	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
ВУН	00,2	13,08	25,5	38,1	50,8	63,34	75,1	88,7	01,4	13,0	26,17	38,3	51,0
ВНД	,21	,12%	,97	,78	,56	,31%	,04	,75	,44	,13	,18%	,46	0,12%
ДСО													0,68

Источник: собственная разработка авторов

Таблица 5 – Оценка чувствительности при устройстве вентилируемых фасадов с облицовкой из алюминиевых композитных панелей

Изменение стоимости материала от текущего уровня, вариант 1													
% изменения	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ВУН	388,79	437,39	485,99	534,59	583,19	631,79	680,39	728,99	777,58	826,18	874,78	923,38	971,98
ВНД	3,15%	3,01%	2,97%	2,85%	2,71%	2,70%	2,61%	2,59%	2,45%	2,37%	2,14%	2,01%	1,98%

Источник: собственная разработка авторов

Таблица 6 – Оценка чувствительности при устройстве вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов

Изменение тарифов на тепловую энергию от текущего уровня, вариант 2													
% изменения	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ВУН	100,52	113,08	125,65	138,21	150,78	163,34	175,91	188,47	201,04	213,60	226,17	238,73	251,30
ВНД	2,34%	3,31%	4,01%	5,11%	5,96%	6,72%	7,59%	8,37%	9,15%	9,91%	10,66%	11,41%	12,15%
ДСО													27,73

Источник: собственная разработка авторов

Таблица 7 – Оценка чувствительности при устройстве вентилируемых фасадов с облицовкой из профилированных листов

Изменение стоимости материала от текущего уровня, вариант 2													
% изменения	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ВУН	333,37	375,04	416,71	458,38	500,05	541,72	583,39	625,06	666,73	708,40	750,07	791,74	833,41
ВНД	4,40%	4,32%	4,23%	4,10%	3,98%	3,96%	3,56%	3,42%	3,24%	3,19%	3,08%	2,86%	2,85%

Источник: собственная разработка авторов

Для более наглядного обоснования чувствительности следует рассмотреть действие факторов изменения тарифов на тепловую энергию и стоимости материалов на диаграммах (рисунок 1-4).

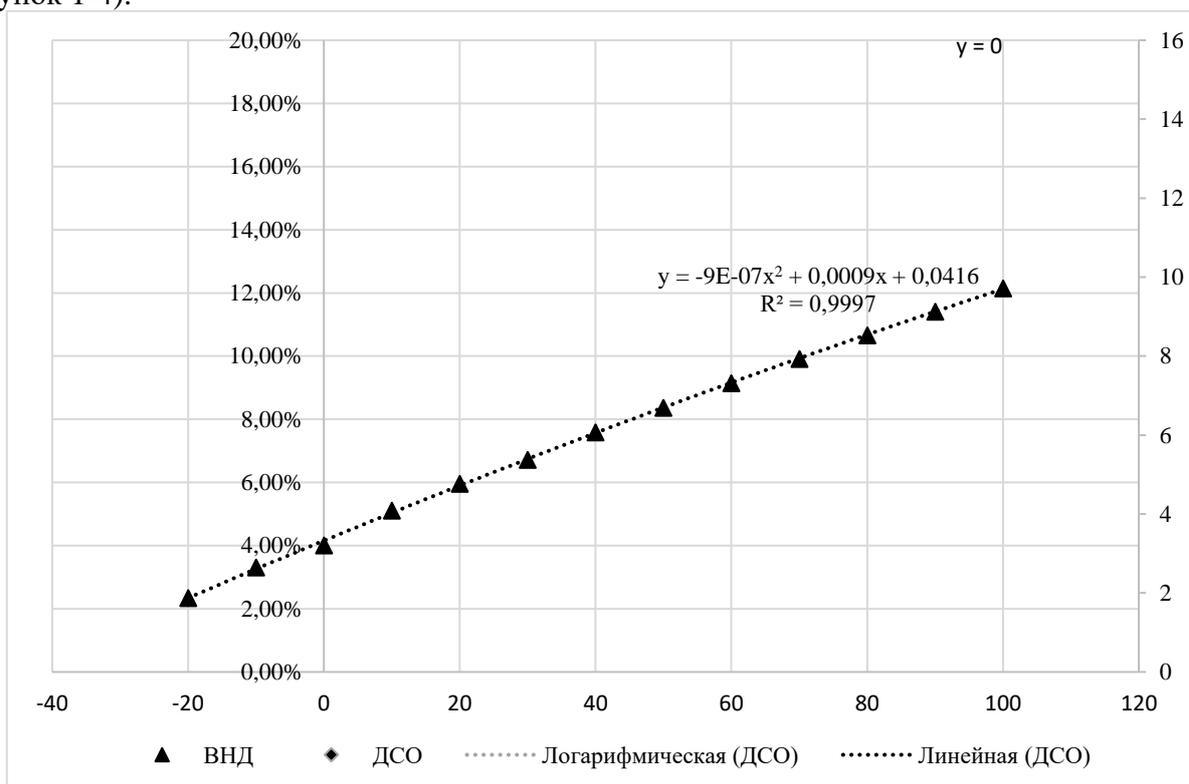


Рисунок 1 – График изменение тарифов на тепловую энергию от текущего уровня, Вариант 1
Источник: собственная разработка авторов

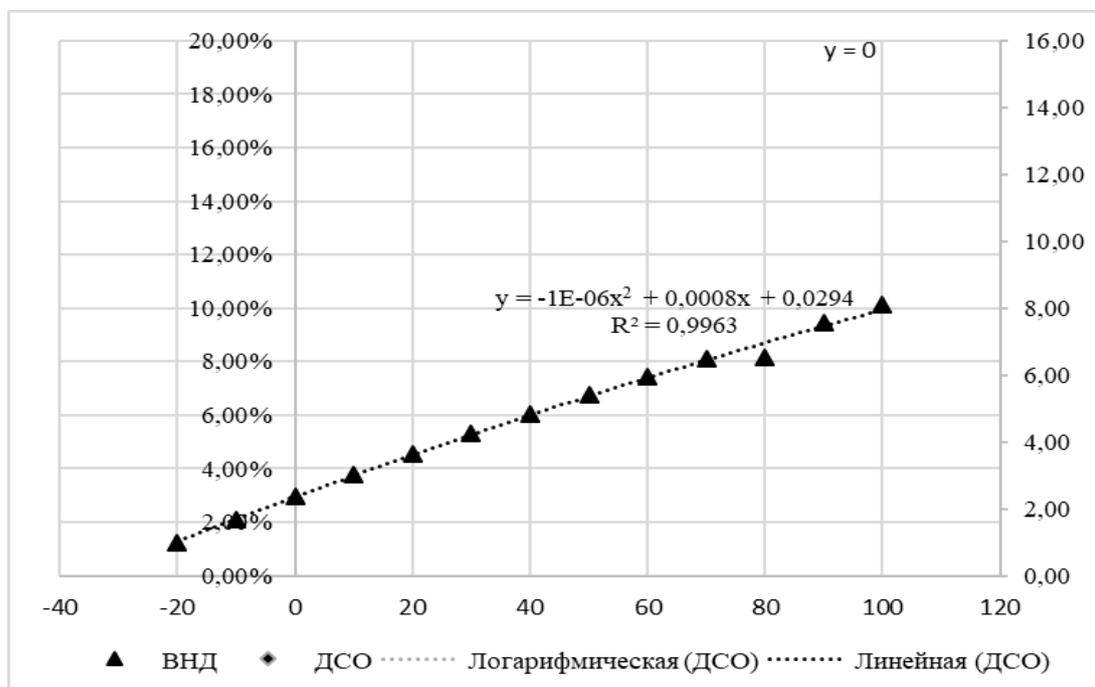


Рисунок 2 – График изменение тарифов на тепловую энергию от текущего уровня, Вариант 2
Источник: собственная разработка авторов

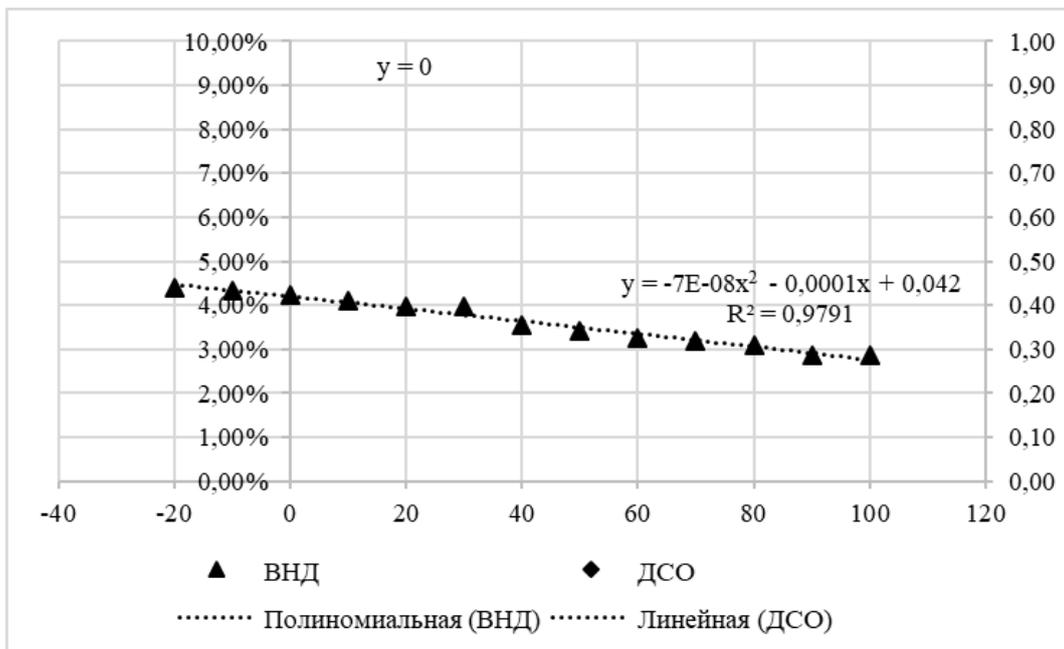


Рисунок 3 –График изменения стоимости материала от текущего уровня, Вариант 1
 Источник: собственная разработка авторов

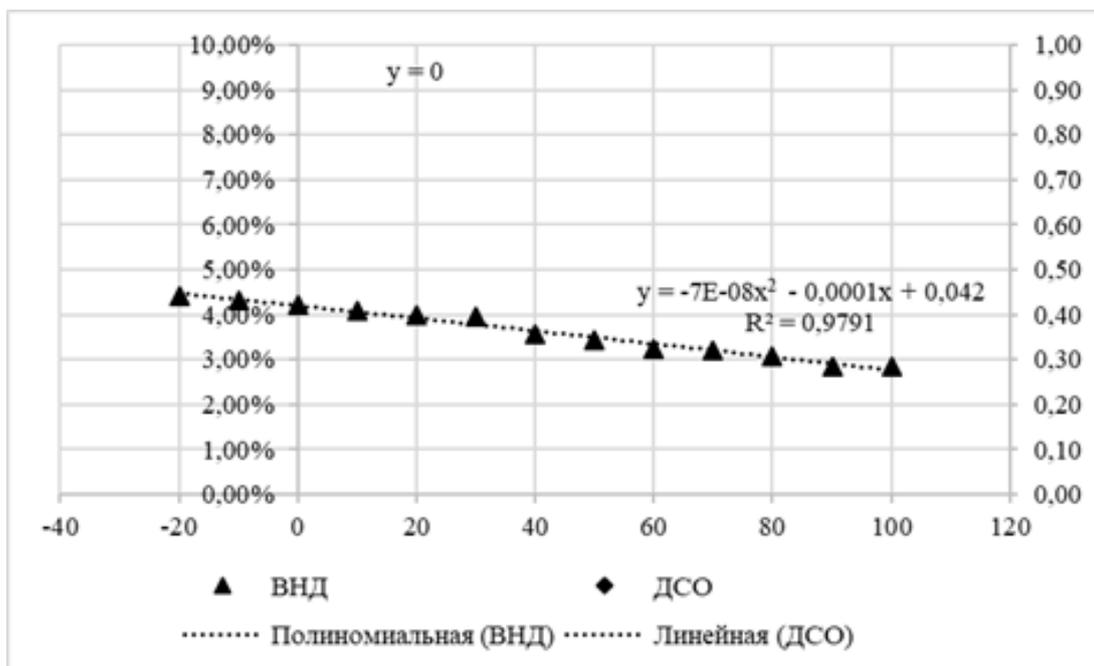


Рисунок 4 –График изменения стоимости материала от текущего уровня, Вариант 2
 Источник: собственная разработка авторов

Анализ данных позволяет сделать вывод, что на устойчивость проекта значительно повлияло два фактора: изменение тарифов на тепловую энергию и стоимости материала. Это говорит о том, что при дальнейшем росте тарифов на тепловую энергию и возможном снижении цен на материалы данный проект в перспективе может быть целесообразен.

ВЫВОДЫ

Одним из приоритетов государственной политики Республики Беларусь является обеспечить строительство жилья, объектов социальной инфраструктуры и административных зданий в энергоэффективном исполнении.

В связи с этим активно разрабатываются новые нормативные документы с откорректированными показателями сопротивления теплопередачи, близкими к Европейским нормам. Поэтому постановлением Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 12.11.2020 г. № 78 были утверждены и введены в действия строительные нормы СН 2.04.02-2020 «Здания и сооружения. Энергетическая эффективность».

Введение повышенных требований к теплозащите ограждающих конструкций привело к резкому снижению строительства зданий со стенами традиционных для нашей страны конструкций. К таким конструкциям относятся однослойные стены из кирпичной кладки, легкобетонных панелей и блоков. Расчетное сопротивление теплопередаче этих конструкций составляет от 0,8 до 1,4 м²•°С/Вт. Современных нормируемых значений сопротивлений теплопередаче традиционные конструкции стен обеспечить не смогут. В связи с этим в настоящее время широко применяются многослойные ограждающие конструкции с использованием эффективных теплоизоляционных материалов. К новым конструкциям относятся фасады с вентилируемым воздушным зазором (вентилируемые фасады).

Анализ данных позволяет сделать вывод, что на устойчивость проекта значительно повлияло изменение тарифов на тепловую энергию. Это говорит о том, что при дальнейшем росте тарифов на тепловую энергию и возможном снижении цен на материалы данный проект в перспективе может быть целесообразен.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 1.04.01-2021 Ремонт и модернизация зданий и сооружений // Полнотекстовая информационно-поисковая система «Стройдокумент» [Электронный ресурс] – Минск, НПП РУП «Сройтехнорм», 2023.

2. СП 3.02.01-2020 Тепловая изоляция зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования. // Полнотекстовая информационно-поисковая система «Стройдокумент» [Электронный ресурс] – Минск, НПП РУП «Сройтехнорм», 2023.

3. СН 2.04.02-2020 Здания и сооружения. Энергетическая эффективность постановлением Мин. архитектуры и строительства Респ. Беларусь от 12.11.2020 г. № 78 // Полнотекстовая информационно-поисковая система «СтройДОКУМЕНТ» [Электронный ресурс] – Минск, НПП РУП «Стройтехнорм», 2023.

4. ТКП 45-3.02-114-2009 (02250) Тепловая изоляция наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений. Правила устройства. // Полнотекстовая информационно-поисковая система «СтройДОКУМЕНТ» [Электронный ресурс] – Минск, НПП РУП «Стройтехнорм», 2022

5. О государственной программе «Энергосбережение» на 2021 – 2025 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь 24.02.2021 № 103 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь [Электронный ресурс] : Минск, 2022.

6. Об утверждении методических рекомендаций о порядке расчета текущих цен на ресурсы, используемые для определения сметной стоимости строительства и составления сметной документации на основании нормативов расхода ресурсов в натуральном выражении: приказ Мин. архитектуры и строительства Респ. Беларусь 29 дек. 2011 N 457 // Консультант Плюс: Версия Проф. Технология 4000 [Электронный ресурс]: ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

7. Постановление МАиС от 12.11.2020 № 78

8. Многослойные теплоизоляционные системы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.know-house.ru> – Дата доступа: 25.05.2022.
9. ТКП 45.02-315-2018 Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования/РУП «Стройтехнорм» - Минск 2018.
10. ТК-на устройство навесных фасадов из алюминиевого профиля «АлюминТехно» системы «ALT 150» с облицовкой зданийкерамогранитными плитами / ООО «АлюминТехно» - Минск, 2021.

REFERENCES

1. SP 1.04.01-2021 Repair and modernization of buildings and structures// Full-text information retrieval system "Stroydocument" [Electronic resource] - Minsk, NPP RUE "Sroitekhnorm", 2023.
2. SP 3.02.01-2020 Thermal insulation of buildings and structures. Building design standards. // Full-text information retrieval system "Stroydocument" [Electronic resource] - Minsk, NPP RUE "Sroitekhnorm", 2023.
3. SN 2.04.02-2020 Buildings and structures. Energy efficiency by Min. architecture and construction Rep. Belarus dated November 12, 2020, No. 78 // Full-text information retrieval system "StroyDOCUMENT" [Electronic resource] - Minsk, NPP RUE "Stroytekhnorm", 2023.
4. TCP 45-3.02-114-2009 (02250) Thermal insulation of external enclosing structures of buildings and structures. Device rules. // Full-text information retrieval system "StroyDOCUMENT" [Electronic resource] - Minsk, NPP RUE "Stroytekhnorm", 2022
5. On the state program "Energy Saving" for 2021 - 2025: Resolution of the Council of Ministers of the Rep. Belarus 24.02.2021 No. 103 // Nat. legal Internet portal Resp. Belarus [Electronic resource]: Minsk, 2022.
6. On the approval of methodological recommendations on the procedure for calculating current prices for resources used to determine the estimated cost of construction and the preparation of estimate documentation based on resource consumption standards in kind: order of the Min. architecture and construction Rep. Belarus Dec 29 2011 N 457 // Consultant Plus: Prof. version. Technology 4000 [Electronic resource]: YurSpektr LLC, Nat. Center for Legal Information. Rep. Belarus. – Minsk, 2023.
7. Decree of the MAIS dated November 12, 2020 No. 78
8. Multilayer thermal insulation systems [Electronic resource] - Access mode: <http://www.know-house.ru> - Access date: 05/25/2022.
9. TCP 45.02-315-2018 Fire safety of buildings and structures. Building design standards / RUE "Stroytekhnorm" - Minsk 2018.
10. TK-for the installation of hinged facades from the AluminTechno aluminum profile of the ALT 150 system with cladding of buildings with ceramic granite slabs / JLLC AluminTechno - Minsk, 2021.