

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ С УСТАНОВКОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОГО ПОЛА

Н.А. ГРИГОРЬЕВА¹, В.Ю. ЛЕПЕХИНА²

¹ м.э.н, старший преподаватель кафедры «Экономика,
организация строительства и управление недвижимостью»

² студент специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация
производства»

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Повышение энергоэффективности зданий является приоритетной задачей по эксплуатации зданий и сооружения. Объектом исследования является реконструкция системы отопления учебного корпуса № 6 Белорусского национального технического университета с использованием системы теплого пола, а целью работы - технико-экономическое обоснование инвестиционного проекта по установке и эксплуатации системы теплого пола. В работе изложен обзор рынка систем теплого пола с учетом стоимости топлива и как результат выбран поставщик технологии с учетом веса значимых критериев сравнения, определен необходимый объем инвестиций для строительно-монтажных работ по установке системы, стоимости эксплуатации теплого пола на весь срок эксплуатации, учтены прочие расходы и заложены непредвиденные затраты, налоговые отчисления. Сделано обоснование источника финансирования в виде выбора наилучшего варианта заемных средств, построен график инвестиционного проекта и график освоения инвестиций, рассчитана экономия от использования системы теплого пола по сравнению с системой центрального отопления. Как результат исследования в работе отображен детальный расчет показателей эффективности инвестиционного проекта и проанализирована устойчивость проекта в условиях изменяющейся конъюнктуры рынка и экономической ситуации в стране.

Ключевые слова: реконструкция, повышение энергоэффективности, система теплого пола, экономическая эффективность, строительно-монтажные работы, окупаемость инвестиций.

ECONOMIC EFFICIENCY OF RECONSTRUCTION WITH INSTALLATION OF HEATED FLOOR SYSTEM

N.A. GRIGORYEVA¹, N.A. GRIGORYEVA²

¹ Master in Economics, senior teacher of the Department «Economics, Construction Organization and Real Estate Management»

² student of the specialty 1-27 01 01 «Economics and organization of production»

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Improving the energy efficiency of buildings is a priority for the maintenance of buildings. Reconstruction of the heating system of the educational building No. 6 of the Belarusian National Technical University using the underfloor heating system is the object of the study. The purpose of the work is the feasibility study of the investment project for the installation and operation of the underfloor heating system. The paper presents an overview of the market for underfloor heating systems taking into account the cost of fuel, and as a result, the supplier of the technology is selected taking into account the weight of significant comparison criteria, the necessary amount of investment for construction and installation work, the cost of operating the warm floor are determined for the entire period of operation, other expenses are taken into account and unforeseen expenses, tax deductions are included. The rationale for the source of financing was made in the form of choosing the best option for borrowed funds, the schedule of the investment project and the schedule for the development of investments were built, the savings from the use of the underfloor heating system were calculated in comparison with the central heating system. As a result of the study, a detailed calculation of the performance indicators of the investment project is displayed in the work and the stability of the project is analyzed in the context of the changing market conditions and the economic situation in the country.

Keywords: reconstruction, energy efficiency improvement, underfloor heating system, economic efficiency, construction and installation works, return on investment.

ВВЕДЕНИЕ

Энергоэффективности зданий и сооружений является приоритетной задачей населения, организаций и государства в целом. Строительство новых энергоэффективных жилых зданий или повышение энергоэффективности уже построенных ранее является инвестиционной деятельностью, где доходность зависит от тарифов, установленных на энергоресурсы. «Республика Беларусь находится в стадии перехода к экономически обоснованным тарифам» [1] для населения, в то время как для юридически лиц тарифы устанавливаются с подходом к полному замещению экономически обоснованных затрат.

Энергетическая сертификация зданий и составление паспорта «создает основу для оценки и сравнения энергопотребления различных сооружений» [2]. При этом «важнейшей оставляющей системы стимулирования строительства и эксплуатации жилого фонда на принципах эффективности является действующая система нормирования в области использования энергоресурсов» [3]. Также необходимо отметить, что повышение энергоэффективности зданий «обеспечивает сокращение удельных показателей энергопотребления и, как следствие, сокращение вредного воздействия на окружающую среду, связанного с выработкой энергии» [4]. Множество энергоэффективных технических решений, используемых при строительстве или реконструкции зданий, целесообразно собирать в каталог, который представляет собой «систематизированный справочник, включающий базу данных оборудования, материалов, конструкций и технологий, а также показатели их энергоэффективности и экономической эффективности» [5].

Вопросы экономической оценки повышения энергоэффективности зданий были рассмотрены Голубовой О.С., которая особенно отмечает, что «растет необходимость в комплексном подходе к оценке именно экономической эффективности решений по повышению энергоэффективности жилых зданий, как в источнике информации

для принятия руководящих решений в области проектирования, строительства и обслуживания» [6].

Вопросы государственного регулирования повышения энергоэффективности и отдельных ее аспектов широко рассматриваются специалистами и учеными Беларуси [7-10]. В рамках исследования экономического эффекта от повышения энергоэффективности был рассчитан вариант замены централизованного отопления 6 учебного корпуса Белорусского национального технического университета на систему теплого пола. Расчеты производились на основании методических указаний [11], с учетом всего срока эксплуатации системы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Снабжение 6 корпуса БНТУ тепловой энергией осуществляется от ТЭЦ. Система отопления представляет собой однотрубную систему с нижней разводкой. В корпусе установлены чугунные радиаторы. Количество потребляемой 6-м корпусом тепловой энергии с разбивкой по месяцам представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Потребление тепловой энергии в 2017 году

6 корпус БНТУ	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Итого 2017 год:
Тепловая энергия, Гкал	68,1	62,3	51,7	27,0	0	0	0	0	0	24,1	54,4	55,0	342,6
Тепловая энергия, МВт	79,2	72,5	60,13	31,4	0	0	0	0	0	28,0	63,3	64,0	398,5

Источник: Собственная разработка автора на основе исходных данных.

Как видно из таблицы, 6-й учебный корпус БНТУ потребляет 398,5 МВт в год. Самый высокий расход тепловой энергии наблюдается в январе – 79,2 кВт за месяц. Снижению затрат в отопительный период может поспособствовать переход от централизованного отопления к индивидуальному. В данной работе рассмотрен вариант установки системы электрический теплый пол, что позволит избежать

потерь тепла вследствие нерационального расположения источников тепла. Основным условием для подбора вариантов является площадь здания. Необходимо, чтобы технология покрыла площадь учебных и административных помещений. Согласно техническому паспорту 6-ого корпуса, площадь административных помещений составляет 372,1 м², а площадь учебных помещений – 4495,3 м². Площадь отапливаемых помещений = 372,1+4495,3=4867,4 м².

В работе рассмотрены предложения шести поставщиков технологии: ЧУП "АСН Маркет", ООО «ТехСофтТорг», Белтеплокабель, Белтеплокабель, Белтеплокабель, ЧТУП "ММКАльянс". В результате балльной оценки наибольшее значение получила технология NUNICHO от первого поставщика. Данный вариант и был выбран в качестве вложения инвестиций в проект по устройству теплого пола.

Расчет стоимости работ, по установке системы теплого пола выбранного поставщика производился для общественного здания в ценах на 1 января 2018 года. Структура всех затрат, включенных в инвестиционный проект, представлена на рисунке 1.

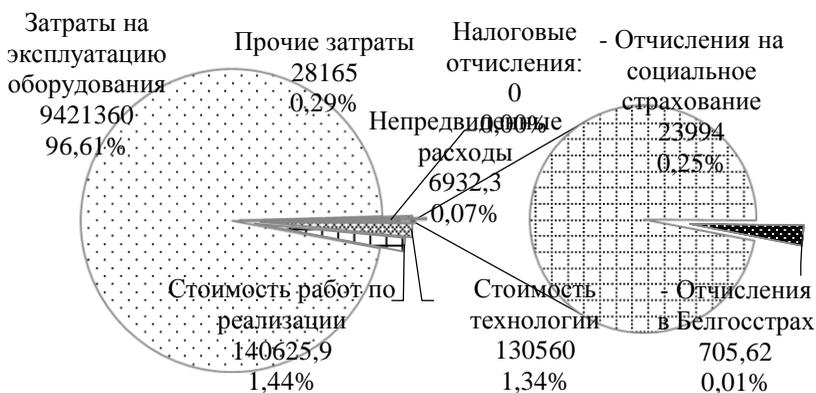


Рисунок 1 – Структура инвестиций, руб.
Источник: Собственная разработка автора.

Диаграмма, построенная на весь жизненный цикл проекта, показывает, что подавляющие затраты относятся к эксплуатации оборуду-

дования за 20 лет, что во многом определяется тарифом на электроэнергию, установленном для отопительного оборудования, в размере 0,78604 рубля. С вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС ожидаются изменения в части тарифной политики на электроэнергию. Остальные затраты на фоне затрат на эксплуатацию занимают незначительный вес, представленный на диаграмме.

Для использования заемного капитала были рассмотрены 4 предложения Кредит «Кредит на текущую деятельность» от МТБанк, кредит «СМАрт Трейд» от «БНБ-Банк», кредит «СМАрт Трейд» от «БНБ-Банк» и кредит «Кредиты на приобретение основных фондов и пополнения оборотных средств» от Белгазпромбанка. Наиболее выгодные условия для данного мероприятия предложил «БНБ-Банк» с процентной ставкой 10.5% на срок 5 лет. Выбранный вариант кредитования обеспечивает финансирование проекта (для закупки оборудования на сумму 130 560 руб.) с общей суммой выплат 168 374,62 руб., на погашение процентов будет затрачено 37 814,62 руб.

При использовании технологии электрического теплого пола, централизованное отопление не требуются, так как система потребляет только электроэнергию. Экономия составляет 342,6 Гкал, или 32397,83 рублей в год при экономически обоснованном тарифе в 94,564 рубля за 1 Гкал. В результате анализа экономических показателей эффективности инвестиционного проекта можно сделать вывод, что проект убыточный (таблица 2).

Таблица 2 – Итоговые показатели эффективности инвестиционного проекта.

Наименование показателя	Значение по экономически обоснованным тарифам	Значение по среднеевропейским тарифам
Чистый дисконтированный доход	-4061390,30	-371163,55
Внутренняя норма доходности	Не найдена	Не найдена

Индекс рентабельности инвестиций	0,58	0,86
Простой срок окупаемости, лет	Не найден	Не найден
Дисконтированный срок окупаемости, лет	Не найден	Не найден

Анализ показал, что проект несет огромные убытки, будучи посчитанным как по существующим (экономически обоснованным), так и по среднеевропейским тарифам. Чистый дисконтированный доход в обоих случаях является отрицательным, однако, при среднеевропейском тарифе убыток значительно меньше. Из этого следует вывод, что в ЕС при определенных условиях и объемах подобные проекты могут быть эффективны. Индекс рентабельности инвестиций в обоих случаях меньше 1, из этого снова следует, что проект не окупается и инвестиции неэффективны в настоящих условиях, а именно при существующих тарифах. Простой срок окупаемости, как и дисконтированный срок окупаемости отсутствует.

Проект убыточный. Это объясняется огромным потреблением электроэнергии оборудованием и высоким тарифом на нее.

Однако необходимо отметить дополнительные выгоды:

- независимость от тарифов на тепловую энергию;
- уменьшение выбросов CO₂ в атмосферу за счет снижения потерь при транспортировке тепловой энергии;
- повышение комфорта в здании за счет отсутствия неравномерности обогрева.

Результаты данного исследования могут быть приняты для практического использования службой эксплуатации БНТУ, а также применительно к другим проектам по замене центрального отопления на систему теплого пола, что подтверждается актами внедрения в производство, приложенными к данной работе. Высокая социальная значимость проведенного исследования обуславливает необходимость дальнейшего исследования по данной тематике.

ВЫВОДЫ

Повышение энергоэффективности зданий - технико-организационная задача, стоящая перед населением, организациями и государством в целом. Экономическая оценка повышения энергоэффективности зданий позволяет оценить и выбрать наилучший вариант с учетом затрат на закупку оборудования или материала, стоимости строительно-монтажных работ, затрат на эксплуатацию, непредвиденных расходов, налогов и отчислений, и прочих сопутствующих затрат. Доходная часть проекта формируется за счет экономии топливно-энергетических ресурсов после реконструкции зданий.

В работе на примере 6 корпуса БНТУ был рассчитан вариант реконструкции с заменой системы центрального отопления на систему электрического теплого пола. Структура затрат показывает превалирующие значение эксплуатационных затрат, формирующееся за счет использования электричества для подогрева помещений по высокому тарифу для отопительных приборов. В связи с высокой затратной частью, проект не окупается во время срока своего полезного использования, что означает экономическую нецелесообразность применения данного решения в существующем здании при существующих тарифах.

Данная работа свидетельствует о необходимости постоянной переоценки данного проектного решения при изменении технических параметров оборудования, его стоимости и затрат на строительно-монтажные работы, конфигурации здания, а также во многом при изменении тарифов на электроэнергию для отопительных приборов. Вариант системы электрического теплого пола внесен в каталог проектных решений повышения энергоэффективности зданий.

ЛИТЕРАТУРА

8. Голубова, Н. А. Тарифы на электроэнергию для населения: зарубежный опыт (Португалия) / Н. А. Голубова // Экономическая наука сегодня: сборник научных статей / пред. редкол. С.Ю. Солодовников. – Минск: БНТУ, 2017. – Вып. 5. – С. 145-154.

9. Голубова, Н. А. Энергетическая сертификация жилых зданий / Н. А. Голубова // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 15-й Международной научно-технической конференции. – Минск: БНТУ, 2017. – Т. 2. – С. 308-309. Голубова, О. С. Логистический подход к формированию сметных нормативов в строительстве / О. С. Голубова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D: Экономические и юридические науки. – 2013. – №6. – С. 20-24.

10. Григорьева, Н. А. Нормативы, регулирующие строительство и эксплуатацию жилого фонда на принципах энергоэффективности / Н. А. Григорьева // Экономика строительного комплекса и городского хозяйства: материалы Международной научно-технической конференции (Минск, 5-8 декабря 2017 г.) / Белорусский национальный технический университет, Строительный факультет. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 177-183. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 24.06.2017.

11. Григорьева, Н. А. Факторы экологичности и энергоэффективности в оценке экономической эффективности мероприятий по повышению энергоэффективности жилых зданий / Н. А. Григорьева // Труды БГТУ. Сер. 5, Экономика и управление. – Минск: БГТУ, 2017. – № 2 (202). – С. 80-85.

12. Григорьева, Н. А. Каталог мероприятий как инструмент повышения энергоэффективности жилых зданий = Catalogue of energy efficient options as a tool to increase energy efficiency of residential buildings / Н. А. Григорьева // Экономическая наука сегодня: сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет, Факультет технологий управления и гуманитаризации, Кафедра «Экономика и право»; редкол.: С. Ю. Солодовников (пред. редкол.). – Минск: БНТУ, 2018. – Вып. 8. – С. 280-286.

13. Голубова О.С. Экономические аспекты повышения энергоэффективности жилых зданий / О.С. Голубова, Н.А. Григорьева. – Минск: БНТУ, 2018. – 175с.

14. Повышение энергоэффективности жилых зданий и тарифы на энергоресурсы. Архитектура и строительство № 2 (250) 2016 г., стр. 14-18.

15. Голубова, О. С. Умные города и умные здания: современное состояние и экономическая эффективность / О. С. Голубова // Труды БГТУ. Сер. 5, Экономика и управление. – Минск: БГТУ, 2019. – № 1 (220). – С. 65-72.

16. Григорьева Н. А. Концепция оценки экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий // Экономическая наука сегодня. – 2018. – №. 6. – С. 280-287.

17. Григорьева Н.А. Экономическая эффективность энергоэффективного оборудования, преобразовывающего электроэнергию в тепловую / Н.А. Григорьева // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D, Экономические и юридические науки. – 2018. – № 14. – С. 69-76.

18. Григорьева, Н. А. Инвестиционное проектирование [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта для студентов направления специальности 1-27 01 01-17 "Экономика и организация производства (строительство)" / Н. А. Григорьева, Л. К. Корбан

19. ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Экономика строительства". – Электрон. дан. – Минск: БНТУ, 2018.

REFERENCES

1. Golubova, N. A. Tariffs for electricity for the population: foreign experience (Portugal) / N. A. Golubova // Economic science today: a collection of scientific articles – Minsk: BNTU, 2017. – Number. 5. – P. 145-154.

2. Golubova, N. A. Energy certification of residential buildings / N. A. Golubova // Science - education, production, economics: materials of the 15th International Scientific and Technical Conference. – Minsk: BNTU, 2017. – Т. 2. – P. 308-309. Golubova, O.S. Logistic approach to the formation of estimated standards in construction / O.S. Golubova // Bulletin of Polotsk State University. Series D: Economics and Law. – 2013. – No. 6. – S. 20-24.

3. Grigoryeva, N. A. Standards governing the construction and operation of housing on the principles of energy efficiency / N. A. Grigo-

ryeva // Economics of the construction complex and city economy: materials of the International Scientific and Technical Conference (Minsk, December 5-8, 2017 d.) / Belarusian National Technical University, Faculty of Civil Engineering. – Minsk: BNTU, 2018. – P. 177-183. National Statistical Committee of the Republic of Belarus [Electronic resource]. – Access mode: <http://belstat.gov.by/>. – Date of access: 06.24.2017.

4. Grigoryeva, N. A. Factors of environmental friendliness and energy efficiency in assessing the economic efficiency of measures to increase the energy efficiency of residential buildings / N. A. Grigoryeva // Transactions of BSTU. Ser. 5, Economics and management. – Minsk: BSTU, 2017. – No. 2 (202). – P. 80-85.

5. Grigoryeva, N. A. Catalog of energy efficient options as a tool to increase energy efficiency of residential buildings = Catalog of energy efficient options as a tool to increase energy efficiency of residential buildings / N. A. Grigoryeva // Economic science today: collection of scientific articles / Belarusian National Technical University, Faculty of Management and Humanitarian Technologies, Department of Economics and Law; – Minsk: BNTU, 2018. – Issue. 8. – P. 280-286.

6. Golubova O.S. Economic aspects of improving the energy efficiency of residential buildings / O.S. Golubova, N.A. Grigoryeva. – Minsk: BNTU, 2018. —175p.

7. Improving the energy efficiency of residential buildings and energy tariffs. Architecture and Construction No. 2 (250) 2016, pp. 14-18.

8. Golubova, O.S. Smart cities and smart buildings: current status and economic efficiency / O.S. Golubova // Trudy d BSTU. Ser. 5, Economics and management. – Minsk: BSTU, 2019. – No. 1 (220). – S. 65-72.

9. Grigoryeva N. A. The concept of evaluating the economic efficiency of measures to improve the energy efficiency of residential buildings // Economic Science today. – 2018. – No. 6. – P. 280-287.

10. Grigoryeva N.A. Economic efficiency of energy-efficient equipment that converts electricity to heat / N.A. Grigoryeva // Bulletin of Polotsk State University. Series D, Economic and legal sciences. – 2018. – No. 14. – P. 69-76.

11. Grigoryeva, N. A. Investment design [Electronic resource]: a teaching aid for a course project for students of the specialty 1-27 01 01-17 "Economics and organization of production (construction)" / N. A.

Grigoriev, L.K. Korban; Belarusian National Technical University, Department of Construction Economics. – Electron. Data. – Minsk: BNTU, 2018.

[УДК 332.8](#)

[ББК 65.9](#)

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
ОБРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД
Г. МИНСКА

А.Д. ГУРИНОВИЧ¹, М.О. МАКЕЙ²

¹ доктор техн. наук, профессор кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»

² студент специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства»

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

В комплексе проблем водопроводно-канализационного хозяйства одной из важнейших является решение проблемы выбора оптимального варианта обработки и утилизации осадков сточных вод (далее ОСВ), образующихся на городских очистных сооружениях. Ежегодный прирост ОСВ требует изъятия значительных площадей земли из хозяйственного оборота для складирования или захоронения осадков, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: строительство, осадки сточных вод, очистные сооружения, утилизация осадка, технологии, анализ.

ANALYSIS OF TECHNICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF
TREATMENT AND UTILIZATION OF SEWAGE SLUDGE IN
MINSK

A.D. HURYNOVICH¹, M.O. MAKEY²