

УДК 69.022.32

И.Н. Бабий, А.И. Каминская-Пинаева, А.А. Борисов

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса

## АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ УТЕПЛЕНИИ ФАСАДОВ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

*Процесс утепления зданий требует четкой организации, систематизации и использования эффективных технологий, а также индивидуального подхода к каждому объекту утепления во избежание его удорожания и увеличения сроков производства строительно-монтажных работ. На основании этого авторами предлагается осуществлять разработку проекта утепления по предложенному алгоритму. Предложен алгоритм выбора и разработки оптимального решения при утеплении фасадов зданий системой навесных вентилируемых фасадов.*

**Ключевые слова:** алгоритм разработки оптимального решения, вентилируемые фасады, утепление, термомодернизация.

### Постановка проблемы

В связи с удорожанием цен на невозобновляемые энергоресурсы и их ограниченное количество существует необходимость их рационального использования и экономии. Утепление фасадов зданий – один из наиболее эффективных методов борьбы с неконтролируемыми теплопотерями через наибольшие по площади участки ограждающих конструкций. При этом основополагающую роль играют рационально подобранные организационно-технологические решения при утеплении фасадов многоэтажных зданий.

Таким образом, сущность проблемы заключается в необходимости предпроектного моделирования и разработки усовершенствованных вариантов организационно-технологических решений при устройстве утепления фасадов многоэтажных зданий, с целью уменьшения технико-экономических показателей проекта утепления.

### Анализ последних исследований и публикаций

В нашей стране имеется огромное количество зданий как жилых, так и общественных, не отвечающих современным нормам и требованиям по тепловой защите внешних ограждающих конструкций. В то же время, сложившееся положение на рынке энергоресурсов весьма плачевно – это обуславливается их дефицитом и высокой ценой [1]. Как следствие, возникает необходимость в жёстком контроле расходования и рациональном их потреблении [2]. Без приведения к современным стандартам энергоэффективности [3, 4, 5] внешних ограждающих конструкций этого

достичь практически не возможно. Однако, все проекты по утеплению и процессы с ними связанные в нашей стране имеют хаотичный характер, что ведёт к невозможности контроля экономической стороны таких проектов и, соответственно, их удорожанию. В итоге, может увеличиваться не только стоимость проекта, но и его продолжительность, снижаться качество используемых материалов, а также может наблюдаться не высокая эксплуатационная эффективность систем теплоизоляции объекта с течением времени.

Многофакторность и многовариантность процесса термомодернизации фасадов зданий порождает необходимость исследований в этой сфере, для выявления возможных областей оптимизации, как в самой технологии, так и в организации процесса строительно-монтажных работ [6, 7]. Одним из вариантов решения является моделирование этих процессов [8]. При этом на основе предварительного моделирования, на стадии составления проекта, можно будет оптимизировать принятые решения, что в итоге существенно сэкономит материально-технические ресурсы [9, 10].

### Изложение основного материала

В данном случае предлагается моделирование проекта по алгоритму выбора и оптимизации организационных и технологических решений по утеплению внешних ограждающих конструкций.

При составлении алгоритма необходимо определить достаточные условия, удовлетворяющие требованиям заказчика, которые и будут являться критериями оптимальности. К ним явно относятся такие как: стоимость, продолжительность производства работ, интенсивность финансирования проекта, подбор качественных материалов и

технологий для утепления, а также подбор и оптимальное совмещение средств подмащивания. С учётом этих критериев оптимальности разработан алгоритм выбора способа утепления ограждающих конструкций, с последующим формированием оптимального варианта организационно-технологических процессов, рис.1.

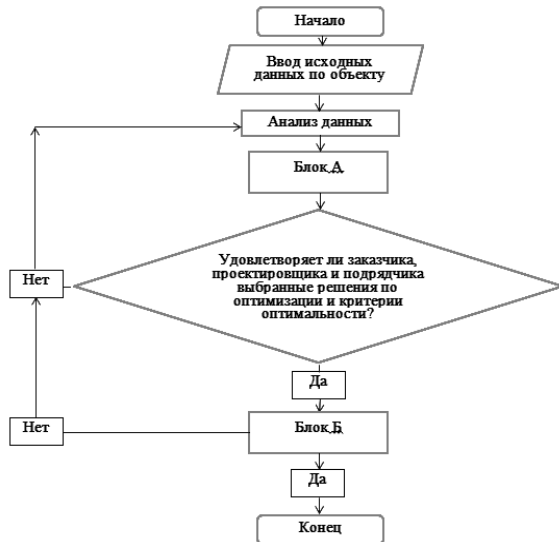


Рис. 1. Совмещённый алгоритм выбора и оптимизации решений по утеплению фасадов зданий

Для удобства визуального восприятия, алгоритм разделен на два блока – блок «А» и блок «Б», которые вынесены на отдельные рисунки.

Блок «А», рис.2, представляет собой схему подбора критериев оптимальности, необходимых технико-экономических показателей (ТЭП) проекта и выбора подмащивающих средств для производства строительно-монтажных работ (СМР).



Рис. 2. Блок «А» совмещённого алгоритма

Блок «Б», рис.3, предназначен для разработки с учётом оптимизации всех основных частей по организации проекта утепления, с учётом критериев оптимальности, которые обозначены ранее в блоке «А».

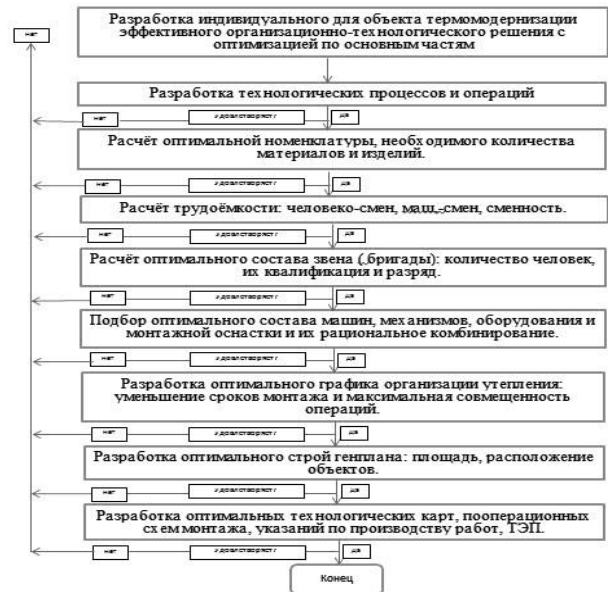


Рис. 3. Блок «Б» совмещённого алгоритма

Суть его в том, чтобы систематизировать действия по формированию оптимального решения организационно-технологического процесса при утеплении фасадов зданий. Составляется учёт основных параметров – стоимость материалов и работ, имеющиеся машины и механизмы, определяется будущая интенсивность финансирования проекта, предполагаемая продолжительность выполнения работ. Определяются такие параметры объекта, как площадь утепляемого фасада, его сложность, этажность здания, стеснённость застройки при объекте утепления, архитектурная ценность объекта.

Исходя из имеющихся данных (теоретических и физических параметров) по объекту термомодернизации, производится анализ, на основе которого отдаётся предпочтение определённому способу предложенного утепления («мокрым» либо «сухим» способом).

Далее определяется область оптимизации и выбор необходимого критерия оптимальности при производстве технологического процесса. После чего производится подбор и оптимальное совмещение средств подмащивания при выполнении СМР. Следующим этапом будет определение оптимальных ТЭП проекта для определённого объекта, таких как общая стоимость проекта, продолжительность СМР и интенсивность финансирования. Критерии ТЭП проекта утепления не являются постоянными и могут варьироваться

путём принятия различных как организационных, так и технологических решений. При удовлетворении выбранным способом термомодернизации, областью оптимизации и критерием оптимальности, выбранными подмащивающими средствами и оптимальными ТЭП проекта заказчика, проектировщика и подрядчика, разрабатывается эффективный организационно-технологический процесс. Производим оптимизацию по основным частям проекта утепления:

- разработка технологических процессов и операций;
- расчёт оптимальной номенклатуры и количества необходимых материалов и изделий;
- расчёт трудоёмкости работ;
- подбор оптимального состава бригад;
- подбор и рациональное комбинирование машин, механизмов, оборудования и монтажной оснастки;
- составление графика организации работ с максимальным совмещением операций и сокращением времени на переходы между захватками;
- разработка эффективного стройгенплана площадки;
- оптимизация технологических карт, пооперационных схем монтажа, указаний по производству работ, технико-экономических показателей проекта.

В итоге действий, производимых в соответствии с алгоритмом, получаем наиболее эффективный способ термомодернизации ограждающих конструкций, при оптимальном организационно-технологическом процессе.

### Выводы

Наиболее эффективный, на наш взгляд, метод борьбы с неконтролируемыми теплопотерями – утепление внешних ограждающих конструкций на основе разработанного алгоритма. Рекомендованные технологии утепления – методом скреплённой теплоизоляции («мокрые фасады») и системой навесных вентилируемых фасадов («сухие фасады»). Основываясь на этом, предложен алгоритм выбора с дальнейшей разработкой детализированного, рационального и наиболее эффективного организационно-технологического решения по утеплению внешних ограждающих конструкций на определённом объекте по индивидуальной схеме, которая предусматривает согласование значимых аспектов проекта и технико-экономических показателей с заказчиком, проектировщиком и подрядчиком одновременно.

### Литература

1. *Допомога Уряду при утепленні для підготовки до опалювального сезону 2016-2017 років [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://sae.gov.ua/sites/default/files/Press\\_conference\\_26\\_05\\_2016.pdf](http://sae.gov.ua/sites/default/files/Press_conference_26_05_2016.pdf)*
2. *Езерский В.А. Влияние параметров теплоизоляции элементов жилого дома на расход тепловой энергии / В.А. Езерский, П.В. Монастырев, Л.Ю. Кличников // Актуальные вопросы строительной физики. – М.: НИИСФ, РААСН, 2009. – С. 291-296.*
3. *Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006.- [Чинний від 01.04.2007, зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року].- К.: Мінбуд України, 2006. - 64 с.*
4. *Фаренюк Г. Г. Особенности оценивания энергоэффективности проектов жилых домов / Фаренюк Г. Г., Агеева Г. М. // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2010. №5 (75). С.13-17.*
5. *Кривенко П.В. Состояние и перспективы использования внешних теплоизоляционно-отделочных систем жилых зданий в Украине с взглядом на Европейские нормы / Кривенко П.В. Ильин В.П., Ростовская Г.С. // Сборник научных работ. - Винница. 2006. С.25-29.*
6. *Хадонов З.М. Организация, планирование и управление строительным производством (ч. 1, ч.2) / Хадонов З.М. // – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 688 с.*
7. *Шрейбер К.А. Технология и организация ремонтно-строительного производства / Шрейбер К.А.// – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 296 с.*
8. *Теличенко В.И. Технология строительных процессов (ч.1) / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Липидус // М.: Высш. шк., 2005-392 с.*
9. *Пискун А.Е. Рациональные технологические параметры устройства навесных вентилируемых фасадов /А.Е. Пискун, Ю.Н. Казаков// Вестник гражданских инженеров / - СПб.: СПбГАСУ, 2008. - № 4. – С.25-29.*
10. *Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков // К.: Вища школа, 1989. - 328с*

### References

1. *Help at warming the Government to prepare for the heating season of 2016-2017 years [Electronic resource]. - Access:[http://sae.gov.ua/sites/default/files/Press\\_conference\\_26\\_05\\_2016.pdf](http://sae.gov.ua/sites/default/files/Press_conference_26_05_2016.pdf)*
2. *Yezerkiy V.A. Influence of thermal insulation parameters of the elements of an apartment house on the thermal energy consumption / V.A. Yezerkiy, P.V. Monastery, L.Y. Klichnikov // Actual questions of building's physics. - M. : NIISF, RAACS, 2009. - P. 291-296.*
3. *Construction of buildings and structures. The thermal insulation of buildings. DBN V.2.6-31: 2006.- [Effective as of*

- 01.04.2007, as amended №1 from 1 July 2013] .– К .: Ukraine Ministry of Construction, 2006. - 64 p.
4. Farenjuk G.G. Features estimation of energy efficiency of residential buildings / Farenjuk G.G., Ageeva G.M. // Energy saving. Energy. Energy audit. 2010. №5 (75). P.13-17.
5. Krivenko P.V. Status and prospects of the use of external heat-insulating and finishing systems of residential buildings in Ukraine look at the European norms / Krivenko P.V. Ilin V.P., Rostovskaya G.S. // Collection of scientific works. – Vinnitsa. 2006. P.25-29.
6. Hadonov Z.M. Organization, planning and management of building production (part 1, part 2) / Z.M. Hadonov // – М .: Publishing Association building universities, 2009. – 688 p.
7. Schreiber K.A. Technology and organization of repair and construction of production / Schreiber K.A. // – М .: Publishing Association building universities, 2008. – 296 p.
8. Telichenko V.I. The technology of construction processes (Part 1) / V.I. Telichenko, O.M.Terentyev, A.A. Lapidus ///. – М.: Executive sch., 2005-392 p.
9. Piskun A.E. Rational technological parameters of the device of ventilated facades /A.E. Piskun, Y.N. Kazakov // Bulletin of Civil Engineers / – Ph .: SPb, 2008. – № 4. – P.25-29.
10. Ascension V.A. Numerical methods for solving construction and technological problems on a computer / V.A.

Ascension, T.V. Lyashenko, B.L.Ogarkov // High School, K .: 1989. – 328p.

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.И. Менейлюк, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса

**Автор:** БАБИЙ Игорь Николаевич  
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, кандидат технических наук, доцент.  
E-mail – igor\_babiy76@mail.ru

**Автор:** КАМИНСКАЯ-ПИНАЕВА Алёна Игоревна  
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, магистр.  
E-mail – kaminskaya.pinaeva.ai@gmail.com

**Автор:** БОРИСОВ Александр Александрович  
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, кандидат технических наук, доцент.  
E-mail – komar9@mail.ru

### АЛГОРИТМ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО РІШЕННЯ ПРИ УТЕПЛЕННІ ФАСАДІВ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

I.M. Babij, A.I. Kaminska-Pinaeva, O.O. Borisov

Одеська державна академія будівництва и архітектури, Одеса

*Процес утеплення вимагає чіткої організації, систематизації та використання ефективних технологій, а також індивідуального підходу до кожного об'єкта утеплення щоб уникнути його подорожчання і збільшення термінів виконання будівельно-монтажних робіт. На підставі цього пропонується здійснювати розробку проекту утеплення за запропонованим алгоритмом. Запропоновано алгоритм вибору і розробки оптимального рішення при утепленні фасадів будівель системою навісних вентилятованих фасадів.*

**Ключові слова:** алгоритм розробки оптимального рішення, вентилявані фасади, утеплення, термомодернізація.

### ALGORITHM OF CHOICE OPTIMAL SOLUTIONS FOR FACADES HEAT INSULATION IN HIGH BUILDINGS

I.N. Babij, A.I. Kaminskaya-Pinaeva, A.A. Borisov

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa

*The paper analyzes problems in organizational and technological solutions of heat insulation facades in our country. Due the rising costs for non-renewable energy resources and their limited amount of there is a need for their rational use and saving. Thermal insulation of building facades - is one of the most effective methods to eliminate uncontrolled heat loss through the largest part of external walling. The process of heat insulation requires precise organization, systematization and use of efficient technologies, as well as individual approach to each project in order to avoid of its increased costs and delays of construction and installation works. Based on this propose the development of heat insulation project on the proposed algorithm. We propose an algorithm for choosing and developing an optimal solution for installation of heat insulation ventilated systems of facades.*

**Keywords:** an algorithm development of optimal solutions, ventilated facades, insulation, termomodernization.