

УДК 69.022.32

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ТЕХНИКО–ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА УТЕПЛЕНИЯ ФАСАДОВ

БАБИЙ И. Н.<sup>1</sup>, к. т. н., доц.,

КАМИНСКАЯ-ПИНАЕВА А. И.<sup>2</sup>, маг.

<sup>1</sup> Кафедра технологии строительного производства, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, Одесса, 65029, Украина, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: igor\_babiy76@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8650-1751

<sup>2</sup> Кафедра технологии строительного производства, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, Одесса, 65029, Украина, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: kaminskaya.pinaeva.ai@gmail.com

**Аннотация. Постановка проблемы.** Работа посвящена решению важной проблемы выбора рациональных технико-экономических показателей продолжительности и стоимости процесса утепления фасадов здания путём экспериментально-статического моделирования организационно-технологических решений. Для этого используются результаты численного эксперимента, теория сокращённого планирования эксперимента и современные компьютерные программ. **Цель исследования** — на основании экспериментально-статистического моделирования установить влияние организационно-технологических решений утепления фасада здания навесными вентилируемыми системами на технико-экономические показатели проекта, такие как продолжительность и стоимость. **Вывод.** Экспериментально-статистическое моделирование строительных процессов и полученные закономерности изменения исследуемых показателей позволяют определить продолжительность выполнения монтажных работ и стоимость производства в зависимости от величины и сочетания варьируемых факторов.

**Ключевые слова:** вентилируемые фасады; ЭС-моделирование; утепление фасадов; строительные процессы; организационно-технологические решения

## ВПЛИВ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ

БАБИЙ І. М.<sup>1</sup>, к. т. н., доц.,

КАМІНСЬКА-ПІНАЄВА А. І.<sup>2</sup>, маг.

<sup>1</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, Одеса, 65029, Україна, тел. +38(048)7236151, e-mail: igor\_babiy76@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8650-1751

<sup>2</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, Одеса, 65029, Україна, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: kaminskaya.pinaeva.ai@gmail.com

**Анотація. Постановка проблеми.** Робота присвячена вирішенню важливої проблеми вибору раціональних технико-економічних показників тривалості та вартості процесу утеплення фасадів будівлі шлях експериментально-статичного моделювання організаційно-технологічних рішень. Для цього використовуються результати числового експерименту, теорія скороченого планування експерименту і сучасні комп'ютерні програми. **Мета дослідження** — на підставі експериментально-статистичного моделювання встановити вплив організаційно-технологічних рішень утеплення фасаду будівлі навесними вентильованими системами на технико-економічні показники проекту, такі як тривалість і вартість. **Висновок.** Експериментально-статистичне моделювання будівельних процесів і отримані закономірності зміни досліджуваних показників дозволяють визначити тривалість виконання монтажних робіт і вартість виробництва залежно від величини і поєднання варійованих факторів.

**Ключові слова:** вентильовані фасади; ЕС-моделювання; утеплення фасадів; будівельні процеси; організаційно-технологічні рішення

## INFLUENCE OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS TO TECHNICAL AND ECONOMICAL INDICATORS IN PROJECT OF HEAT INSULATION FACADES

BABIJ I. N.<sup>1</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor,

KAMINSKAYA-PINAEVA A. I.<sup>2</sup>, Master.

<sup>1</sup> Department of Technology of building production, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., Odessa, 65029, Ukraine, tel. +38 (048) 7236151, e-mail: igor\_babiy76@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-8650-1751

<sup>2</sup> Department of Technology of building production, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38 (048) 7236151, e-mail: kaminskaya.pinaeva.ai@gmail.com

**Summary. Raising of problem.** The article dedicated to the solution important problems of choosing rational technical and economic indicators of the duration and cost the process heat insulation facades of buildings by means of experimental and statistical modeling organizational and technological solutions. For this we used the results of numerical experiment, theory a shorthand experiment planning and contemporary computer programs. **Purpose.** We used experimentally-statistical modeling to establish the impact of organizational and technological solutions for heat insulation of facades by hinged ventilated systems on technical and economic parameters of the project, such as duration and cost. **Conclusion.** We investigated depending duration assembly jobs and manufacturing cost on the value and combination of variable factors experimental and statistical modeling of construction processes and results patterns of change in studied parameters.

**Keywords:** ventilated facades; ES-modeling; heat insulation of facades; construction process; organizational and technological solutions

**Постановка проблеми.** Работа посвящена решению важной проблемы выбора рациональных технико-экономических показателей продолжительности и стоимости процесса утепления фасадов здания путём экспериментально-статического моделирования организационно-технологических решений. Для этого использовались результаты численного эксперимента, теория сокращённого планирования эксперимента и современные компьютерные программ.

**Анализ публикаций.** На сегодняшний день в Украине остро стоит вопрос об энергоэффективности зданий [6], о чем говорит наличие большого количества государственных программ. Выделяются инвестиции на проведение мероприятий, связанных с термомодернизацией жилых и общественных зданий. При новом строительстве также вычисляется сметная стоимость проведения работ как на все строительство, так и на отдельные его элементы.

Но от момента распределения средств и до момента проведения работ проходит непрогнозируемый промежуток времени. Это может отразиться на стоимости самого проекта и, какие средства на него в конечном итоге будут выделены. Причём это может происходить как на стадии проектирования, так и на стадии выполнения работ. Поэтому решить проблему выбора организационно-технологических решений на всех стадиях строительных работ для принятия

эффективных решений является актуальным.

В работе описано влияние организационно-технологических решений на некоторые из основных технико-экономических показателей проекта утепления фасадов. Показано, что, изменяя организационно-технологические решения, принятые в проекте, можно в широких пределах варьировать стоимостью и сроками монтажа навесных вентилируемых фасадов. Достичь этого возможно моделированием. Среди наиболее распространённых методов моделирования строительных процессов можно выделить экспериментально-статистическое моделирование и моделирование с помощью теории графов [2; 4; 5; 7].

**Цели исследования** - на основании экспериментально-статистического моделирования определить влияние организационно-технологических решений утепления фасада здания навесными вентилируемыми системами на технико-экономические показатели проекта, такие как продолжительность и стоимость.

**Изложение материала.** Моделирование производственных процессов утепления фасада выполняли на примере 14–16-этажных жилых зданий с объёмом работ по устройству навесных вентилируемых систем, составляющих 8,558 тыс. м<sup>2</sup>.

В качестве исследуемых показателей эффективности организационно-технологических решений при выборе оптимального метода утепления фасада жилого здания приняты продолжительность процесса утепления и стоимость монтажных

работ. Показатель продолжительности строительства является одним из важнейших на всех этапах организационной, проектной и экономической подготовки к выполнению монтажа системы утепления дома. В свою очередь, стоимость выполнения строительно-монтажных работ (СМР) может изменяться в процессе строительства в связи с изменением стоимости проекта в целом. Поэтому определить влияние на неё организационно-технологических факторов тоже весьма актуально.

Для решения задач анализа и оптимизации исследуемых факторных систем в работе использована теория математического моделирования. При этом рассмотрены экспериментально-статистические регрессионные модели. Применение математического моделирования позволило получить адекватные модели при изменении факторов на трёх уровнях: min, max и среднем. Такие модели использованы для прогнозирования исследуемых показателей в любой точке исследуемой области. Они позволили сократить время и провести научные исследования на качественно новом уровне.

Под экспериментально-статистическим моделированием (ЭС-моделирование) понимается комплекс методов и действий, направленных на максимальное извлечение информации из результатов экспериментов при оптимальном их количестве [1].

Исследования проводились по трёхфакторному плану с 15 экспериментальными строками. В результате анализа показателей эффективности выбрали, на наш взгляд, наиболее важные факторы: количество рабочих бригад, количество рабочих дней в неделю и учли количество технологических слоёв при устройстве теплоизоляции.

Согласно классической теории планирования сокращённого эксперимента, варьируемые факторы должны находиться в диапазоне 1; 0; + 1. При этом  $x_i = -1$  соответствует минимальному значению фактора,  $x_j = +1$  – максимального значения, а  $x_i = 0$  – среднее значение этих двух факторов. Выбор факторов сделан с учётом того, чтобы на основании анализа полученных результатов было возможно подобрать оптимальные величины организационно-технологических решений.

В качестве факторов и уровней их варьирования были приняты такие (табл.1):

Таблица 1

**Факторы и уровни варьирования**

Уровни варьирования	Факторы		
	Организационные		Конструктивно-технологические
	$x_1$	$x_2$	$x_3$
	Количество бригад	Количество рабочих дней в неделю	Количество технологических слоёв изоляции
-1	1	4	1
0	2	5	2
+1	3	6	3

–  $x_1 = (2 \pm 1)$  – количество рабочих бригад на объекте. Увеличивая количество бригад (а соответственно и рабочих) на объекте, мы можем повлиять на продолжительность выполнения работ и, соответственно, на стоимость проекта;

–  $x_2 = (5 \pm 1)$  – количество рабочих дней в неделю. Оно может быть назначено от 3 до 7 дней. Необходимо отметить, что такая продолжительность целесообразна и возможна лишь при условии работы в две-три смены. Однако с экономической точки

зрения фасадные работы не рекомендуется выполнять в две-три смены, поэтому значение максимального количества рабочих дней в неделю примем 6 дней;

–  $x_3 = (2 \pm 1)$  – количество технологических слоёв при устройстве теплоизоляции, принятое на основании ДБН Б.В.-2.6-33:2008. Первый технологический слой (1) представляет собой: теплоизоляционный слой из минеральной ваты толщиной 100 мм, плотность  $145 \text{ кг/м}^3$  (рис.1 а); второй (2) представляет собой двухслойную конструк-

цию, которая состоит из теплоизоляционного слоя из минеральной ваты толщиной 100 мм, плотностью  $80 \text{ кг/м}^3$ , и слоя ветрозащитной плёнки плотностью  $96 \text{ кг/м}^3$  (рис.1 б); третий (3) – представляет собой три слоя, а именно два слоя минеральной ваты (1-й слой толщиной 70 мм и плотностью 45

$\text{кг/м}^3$ , 2-й – толщиной 30 мм, плотностью  $80 \text{ кг/м}^3$ ) и третий слой – ветрозащитная плёнка плотностью  $96 \text{ кг/м}^3$  (рис.1 в). Три слоя предполагают их устройство в разновременные промежутки согласно технологии их устройства.

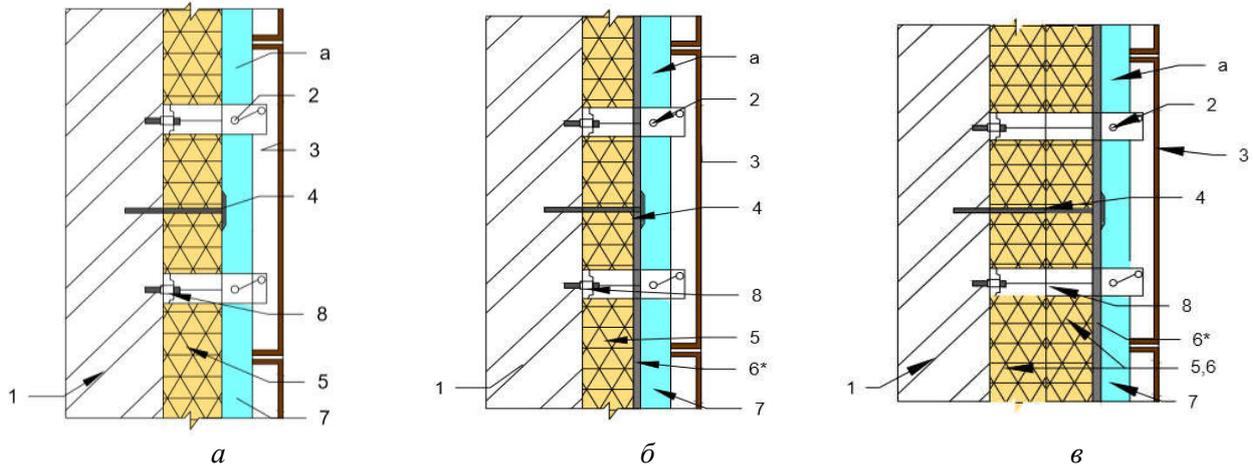


Рис. 1. Принятые согласно ДБН Б. В.-2.6-33: 2008 экспериментальные схемы навесного вентилируемого фасада: а – однослойная система (минераловатный утеплитель плотностью  $145 \text{ кг/м}^3$ ; б – двухслойная система (минераловатный утеплитель плотностью  $80 \text{ кг/м}^3$  + ветровлагозащитная мембрана); в – трехслойная система (минераловатный утеплитель плотностью  $45 \text{ кг/м}^3$  (70 мм) +  $80 \text{ кг/м}^3$  (30 мм) + ветровлагозащитная мембрана): 1 - несущая стена, 2 - кронштейн, 3 - керамогранитные панели, 4 - дюбель, 5, 6 – минераловатный утеплитель, 6\* - ветровлагозащитная мембрана, 7 - воздушная прослойка, 8 - анкерный болт, а - толщина воздушной прослойки

В соответствии с принятым планом численного эксперимента построено 15 вариантов диаграмм Ганта для монтажа навесного вентилируемого фасада при различном сочетании уровней варьирования исследуемых факторов. Расчёт и построение этих вариантов осуществляли с помощью программного комплекса Microsoft Office Project на основе новой методики [3].

Расчёт ЭС-моделей проводился по версии компьютерной программы «Сопрех-2009v1.1», разработанной на кафедре процессов и аппаратов в технологии строительных материалов в ОГАСА. После проверки моделей на адекватность по  $F$ -критерию Фишера при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  в модели оставались только значимые коэффициенты.

Закономерность влияния факторов на продолжительность выполнения монтажных работ по устройству системы теплоизоляции  $N_m$  (дни), адекватно описывается моделью 1, полученной по результатам

экспериментально-статистического моделирования, и её графическим отображением (рис.2):

$$N_m = 88,1 - 53,7x_1 - 2,3x_2 + 4,5x_3 - 1,13x_1x_2 + 26,6x_1^2. \quad (1)$$

На рисунке 2 показаны изоповерхности значений продолжительности монтажных работ при различных сочетаниях факторов  $x_1, x_2, x_3$ . Под изоповерхностью понимают плоскость, на которой находятся равные значения функции отклика, т.е. продолжительности выполнения работ.

Минимальное значение продолжительности строительства  $N_m = 53$  дня возможно при следующем сочетании факторов:  $x_1 = 1$  (количество бригад рабочих максимально и равно 3),  $x_2 = 3$  (количество рабочих дней в неделю – 6),  $x_3 = -1$  (1 технологический слой для устройства теплоизоляции).

Максимальное значение продолжительности  $N_m = 174$  дня достигается при минимальных значениях

факторов  $x_1 = -1$  (количество бригад рабочих, равное 1),  $x_2 = -1$  (количество рабочих дней в неделю, равное 4), и максимальное значение фактора  $x_3 = +1$  (3 технологических слоя при устройстве изоляции).

Изображение изоповерхностей в трёхмерном пространстве даёт наглядное

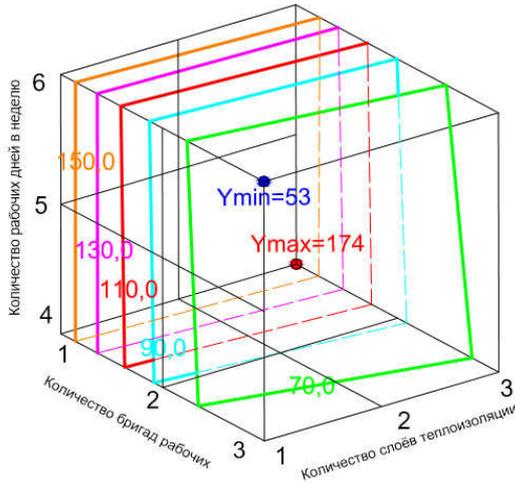


Рис.2. Влияние организационно-технологических факторов на продолжительность выполнения монтажных работ

Экспериментально-статистическая модель (1) отражает общий характер изменения свойств при независимых организационно-технологических факторах, то есть в этом исследовании анализируется зависимость вида «технология - организация – свойства».

При рассмотрении каждого из факторов в зоне экстремумов предполагается фиксация двух факторов на среднем уровне. В зоне экстремумов (минимальных и максимальных значений) показателя  $N_{\{m\}}$  (продолжительность монтажных работ) степень влияния факторов неоднозначна. При изменении количества бригад рабочих от 1 до 3 продолжительность предсказуемо меняется от 70 до 178 дней, то есть в 2,56 раа. В свою очередь, характер влияния фактора «количество рабочих дней в неделю» имеет не столь выраженный характер влияния, как количество бригад рабочих. Так, сокращение продолжительности работ в случае

представление о характере зависимости исследуемого показателя от варьируемых организационно-технологических факторов. Каждая сторона куба показывает изменение продолжительности выполнения работ при изменении двух факторов и закреплении третьего на экстремальных значениях (-1 или +1).

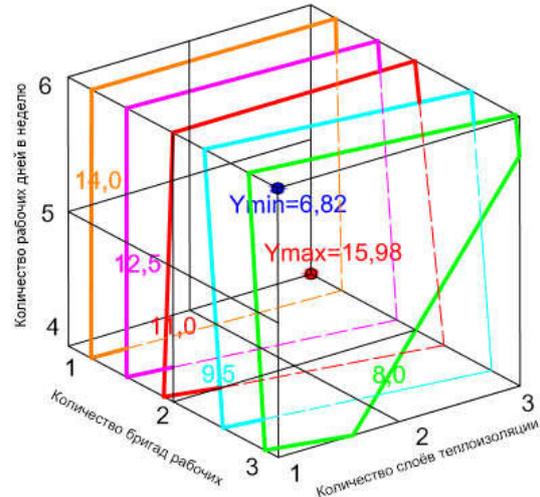


Рис.3. Влияние организационно-технологических факторов на стоимость выполнения монтажных работ при устройстве НВФ

увеличения рабочих дней составляет всего 13 %.

Следует отметить, что практически аналогичной зависимостью с увеличением рабочих дней в неделю характеризуется и количество технологических слоёв теплоизоляции при монтаже навесного вентилируемого фасада. В то же время изменение количества технологических слоёв при устройстве изоляционного контура от одного (один слой теплоизоляционного материала) до трех (два слоя разноплотного минераловатного утеплителя и слой ветрогидробарьера), приводит к увеличению продолжительности выполнения работ в зонах *min* и *max* значений в среднем на 15 %. Прежде всего при уровне варьирования (-1) наблюдается наименьшая продолжительность работ благодаря значительно более простой схеме устройства конструкции, что приводит к меньшей трудоёмкости. Другие схемы (уровни варьирования (0) и (+1)) характеризуются большей трудоёмкостью в

силу их сложной конструкции. За счёт этого происходит увеличение выполнения продолжительности монтажных работ.

На следующем этапе исследований представляло интерес изучить влияние организационно-технологических факторов на стоимость выполнения монтажных работ при устройстве навесного вентилируемого фасада. Закономерность влияния факторов эксперимента на стоимость выполнения монтажных работ по устройству систем теплоизоляции  $C_{\{НВФ\}}$  (млн грн) адекватно описывается моделью 2, полученной по результатам экспериментально-статистического моделирования.

Графическое отображение модели  $C_{\{НВФ\}}$  (2) представлено на рисунке 3.

$$C_{\{НВФ\}} = 11,28 - 3,78 x_1 - 0,29 x_2 + 0,51 x_3 + 0,29 x_1 x_2 - 0,16 x_1 x_3. \quad (2)$$

Приведённая аналитическая зависимость (2) показывает, что максимальное влияние на исследуемый показатель стоимости монтажных работ оказывает количество бригад рабочих (коэффициент при  $x_1 = 3,78$ ). Фактор  $x_3$  также оказывает заметное влияние (коэффициент при  $x_3 = 0,51$ ). Самое минимальное влияние из исследуемых факторов оказывает фактор ( $x_2$ ) количество рабочих дней в неделю.

При изучении влияния организационно-технологических факторов на стоимость выполнения работ по устройству навесной системы теплоизоляции  $C_{\{НВФ\}}$  было установлено следующее. Минимального значения стоимости выполнения монтажных работ (6,822 млн грн) возможно достичь при сочетании факторов:  $x_1 = +1$  (3 бригады рабочих),  $x_2 = +1$  (6 рабочих дней в неделю),  $x_3 = -1$  (1 технологический слой для устройства теплоизоляции). В свою очередь максимальным значением исследуемого показателя  $C_{\{НВФ\}} = 15,98$  млн грн характеризуются проекты утепления навесными вентилируемыми фасадами, в

которых предусмотрены следующие решения:  $x_1 = +1$  (1 бригадарбочих),  $x_2 = -1$  (4 рабочих дня в неделю),  $x_3 = +1$  (3 технологических слоя для устройства теплоизоляции).

Анализ модели (2) показал, что в зоне максимальных значений стоимости характер влияния всех факторов имеет обратно пропорциональную зависимость. При изменении от трех бригад рабочих до одной стоимость меняется от примерно 8,9 млн грн до 16,1 млн грн, то есть увеличивается в 1,8 раза. Менее выражено влияние на данный показатель фактора  $x_2$  (количество рабочих дней в неделю). При этом стоимость монтажных работ при увеличении количества рабочих дней уменьшается на 2%. В свою очередь, при изменении фактора  $x_3$  от -1 до +1 значение показателя изменяется от 14,9 до 16,1 млн грн, соответственно. Практически аналогичная зависимость наблюдается и в поле минимальных значений показателя стоимости.

Некоторые решения поставленных задач будут освещены в следующих публикациях.

### Выводы

1. Экспериментально-статистическое моделирование строительных процессов и полученные закономерности изменения исследуемых показателей позволяют определить продолжительность выполнения монтажных работ и стоимость производства в зависимости от величины и сочетания варьируемых факторов.

2. Результаты моделирования на примере 14-16-этажного жилого здания показали, что при изменении исследуемых факторов основные технико-экономические показатели могут изменяться в очень широких пределах, а именно: продолжительность строительства – от 53 до 174 рабочего дня, стоимость производства монтажных работ по утеплению навесными вентилируемыми – от 6,8 млн грн до 15,980 млн грн.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вознесенский В. А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / Вознесенский В. А., Ляшенко Т. В., Огарков Б. Л. – Київ : Вища школа, 1989. – 328 с.

2. Грабовый П. Г. Организация, планирование и управление строительством / П. Г. Грабовый, Б. Б. Хрусталеv. – Москва : Проспект, 2012. – 528 с.
3. Менеjлюк А. И. Выбор эффективных организационно-технологических решений возведения жилых зданий / Менеjлюк А. И., Чернов И. С. // Будівельне виробництво : міжвід. наук.-техн. зб. / Н.-д. ін-т буд. вир-ва. – Київ, 2012. – Вип. 54. – С. 98–100.
4. Менеjлюк А. И. Определение эффективных организационно-технологических и финансовых решений при перепрофилировании зданий / А. И. Менеjлюк, Л. В. Лобакова // Инновации в бетоноведении, строительном производстве и подготовке инженерных кадров : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения И.Н. Ахвердова и С.С. Атаева, Минск, 9–10 июня 2016 г. : в 2 ч. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол. : Э. И. Батяновский, В. В. Бабицкий. – Минск, 2016. – Ч. 2. – С. 25–30.
5. Менеjлюк А. И. Влияние технологических особенностей устройства вентилируемых фасадных систем на их теплозащитные свойства / Менеjлюк А. И., Бабий И. Н., Менеjлюк И. А. // Науковий вісник будівництва / Харків. нац. ун-т буд-ва та архітектури. – Харків, 2014. – Вип. 4(78). – С. 131–135.
6. Фаренюк Г. Г. Особенности оценивания энергоэффективности проектов жилых домов / Г. Г. Фаренюк, Г. М. Агеева // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010. – № 5(75). – С. 13–17.
7. Филлиппс Д. Т. Методы анализа сетей : пер. с англ. / Д. Т. Филлиппс, А. Гарсиа-Диас ; пер. с англ. Е. Г. Коваленко, М. Г. Фуругяна. – Москва : Мир, 1984. – 496 с.

## REFERENCES

1. Voznesenskij V.A., Lyashenko T.V. and Ogarkov B.L. *Chislennye metody resheniya stroitel'no-tekhnologicheskikh zadach na EVM* [Numerical methods for solving of construction and technological problems on a computer]. Kyiv: Vyshha shkola, 1989, 328 p. (in Russian).
2. Grabovyy P.G. and Khrustalev B.B. *Organizatsiya, planirovaniye i upravleniye stroitel'stvom*. [Organization, planning and construction management]. Moskva: Prospekt, 2012, 528 p. (in Russian).
3. Menejlyuk A.I. and Chernov I.S. *Vybor effektivnykh organizatsionno-tekhnologicheskikh reshenij vozvedeniya zhilykh zdaniy* [Choosing of effective organizational and technological solutions of residential buildings construction]. *Budivel'ne vyrobnicтво* [Construction industry]. Kyiv, 2012, iss. 53, pp. 93–97. (in Russian).
4. Menejlyuk A.I. and Lobakova L.V. *Opredeleniye effektivnykh organizatsionno-tekhnologicheskikh i finansovykh reshenij pri pereprofilirovaniy zdaniy* [Determination of the effective organizational and technological and financial solutions by buildings realigning]. *Innovatsii v betonovedenii, stroitel'nom proizvodstve i podgotovke inzhenernykh kadrov: sb. st. po materialam Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., posvyashh. 100-letiyu so dnya rozhdeniya I.N. Akhverdova i S.S. Ataeva* [Innovations in concrete study, construction industry and the training of engineers: an articles collection on materials of International Scientific and Engineering Conferences dedicated the 100th anniversary of the birth of Akhverdova I.N. and Ataeva S.S.]. Belarus. nats. tekhn. un-t [Belarus National Technical University]. Minsk, 2016, part 2. pp. 25–30. (in Russian).
5. Menejlyuk A.I., Babij I.N. and Menejlyuk I.A. *Vliyaniye tekhnologicheskikh osobennostej ustrojstva ventiliruemyykh fasadnykh sistem na ikh teplozashhitnye svoystva* [Influence of device technological features of facade ventilation systems on their heat protective features]. *Naukovyi visnik buduvnystva* [Scientific bulletin of construction]. Kharkiv. nats. un.-t bud-va ta arkhitektury [Kharkiv National University of Construction and Architecture]. Kharkiv, 2014, iss. 4(78), pp. 131–135. (in Russian).
6. Farenjuk G.G. and Ageeva G.M. *Osobennosti otsenivaniya energoeffektivnosti projektov zhilykh domov* [Features evaluation of energy efficiency of residential buildings projects]. *Energoberezhenie. Energetika. Energoaudit* [Energy saving. Energy. Energy audit]. 2010, no. 5 (75), pp. 13–17. (in Russian).
7. Fillips D.T. and Garsia-Dias A. *Metody analiza setej* [Articles analysis method]. Moskva: Mir, 1984, 496 p. (in Russian).

Рецензент: д-р т. н., проф. Кравчуновська Т. С.

Надійшла до редколегії: 17.07.2016 р.

Прийнята до друку: 20.08.2016 р.