

УДК 69.032:624.01:699.86

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.170118.104.45

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫМИ ОГРАЖДАЮЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

ЧЕРЕПАЩУК Л. А. *асс.*

Кафедра технологии строительного производства, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона 4, г.Одесса, 65029, Украина, тел. +38 (048) 723-61-51, e.mail: larochka104@ukr.net

Аннотация. Постановка проблемы. На сегодняшний день в Украине вновь востребовано возведение малоэтажных домов. Несмотря на то, что более 70% «новостроев» в крупных городах Украины являются высотными (21-26 этажей), опросы свидетельствуют, что уже сегодня 60% людей предпочли бы индивидуальный дом квартире. Кроме того, по данным Государственной статистики в 2017 году в Украине принято в эксплуатацию дачные и садовые дома общей площадью 73,4 тыс. м², которая, по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года, увеличилась на 16,8% [40, 95]. С 2017 года действует обновленный нормативный документ [45], в котором, основываясь на европейском опыте, вводятся новые требования к энергоэффективности здания. Поэтому, одним из направлений современного проектирования зданий является разработка эффективных энергосберегающих технологий и конструктивных решений наружного ограждения отвечающих нормативным требованиям. Статья посвящена новой технологии возведения малоэтажных зданий с энергоэффективными ограждающими конструкциями. Новизна конструктивно-технологического решения, подтверждена патентом на полезную модель [7]. Цель. На основании экспериментальных исследований определить влияния организационно-технологических факторов на показатели эффективности (стоимость, трудоемкость и продолжительность) новой технологии возведения энергосберегающих зданий. **Вывод.** Изложенная в работе методика и полученные результаты позволяют определить закономерности изменения показателей эффективности строительства – стоимости, трудоемкости и продолжительности под влиянием организационно-технологических факторов. Методика основана на построении трех типов моделей: экономических (сметные расчеты в программе АВК-5), графических (графики производства работ в программе Microsoft Project 2010) и аналитических (с использованием программы COMPEX). На основании построенных закономерностей изменения показателей эффективности строительства определены зоны эффективных строительных решений.

Ключевые слова: строительство; энергоэффективные технологии; организационные факторы; технологические факторы; моделирование; ограждающие конструкции; эффективные решения; малоэтажные здания

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬНИХ РІШЕНЬ ЗВЕДЕННЯ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИМИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ

ЧЕРЕПАЩУК Л. А. *ас.*

Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона 4, м.Одеса, 65029, Україна, тел. +38 (048) 723-61-51, e.mail: larochka104@ukr.net

Анотація. Постановка проблеми. На сьогоднішній день в Україні знову затребуване зведення малоповерхових будинків. Незважаючи на те, що більше 70% «новобудов» у великих містах України є висотними (21-26 поверхів), опитування свідчать, що вже сьогодні 60% людей воліли б індивідуальний будинок квартирі. Крім того, за даними Державної статистики в 2017 році в Україні прийнято в експлуатацію дачні та садові будинки загальною площею 73,4 тис. м², яка, в порівнянні з відповідним періодом попереднього року, збільшилася на 16,8% [2, 7]. З 2017 року діє оновлений нормативний документ [3] в якому, базуючись на європейському досвіді, введені нові вимоги до енергоефективності будівлі. Тому, одним з напрямків сучасного проектування будівель є розробка ефективних енергозберігаючих технологій і конструктивних рішень зовнішнього огородження відповідають нормативним вимогам. Стаття присвячена новій технології зведення малоповерхових будівель з енергоефективними огороджувальними конструкціями. Новизна конструктивно-технологічного рішення, підтверджена патентом на корисну модель [8]. **Мета.** На підставі експериментальних досліджень визначити впливу організаційно-технологічних факторів на показники ефективності (вартість, трудомісткість і тривалість) нової технології зведення енергозберігаючих будівель. **Висновок.** Викладена в роботі методика та отримані результати дозволяють визначити закономірності зміни показників ефективності будівництва – вартості, трудомісткості і тривалості під впливом організаційно-технологічних факторів. Методика заснована на побудові трьох типів моделей: економічних (кошторисні розрахунки в програмі АВК-5), графічних (графики виконання робіт в програмі Microsoft Project 2010) і аналітичних (з використанням програми COMPEX). На підставі побудованих закономірностей зміни показників ефективності будівництва визначені зони ефективних будівельних рішень.

Ключові слова: будівництво; енергоефективні технології; організаційні чинники; технологічні чинники; моделювання; озгороджувальні конструкції; ефективні рішення; малоповерхові будівлі

DEFINITION OF EFFICIENT BUILDING DECISIONS OF ESTABLISHING LOW-ROOF BUILDINGS WITH ENERGY EFFICIENT FENCING CONSTRUCTIONS

CHEREPASCHUK L. A., *Ass.*

Department of Technology of Building Production, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, st. Didriksona 4, Odessa, 65029, Ukraine, tel +38 (048) 723-61-51, e-mail: laroehka104@ukr.net

Summary. Formulation of the problem. To date, in Ukraine, once again demanded the erection of low-rise buildings. Despite the fact that more than 70% of "new buildings" in large cities of Ukraine are high-rise (21-26 floors), public show that already today 60% of people would prefer an individual apartment house. In addition, according to the State Statistics in 2017 in Ukraine, dacha and garden houses with a total area of 73.4 thousand m² were put into operation, which, in comparison with the corresponding period of the previous year, increased by 16.8% [2, 7]. Since 2017, an updated normative document [3] has been in force, based on European experience, a new model for the calculation of energy losses of buildings is proposed. Therefore, one of the areas of modern building design is the development of efficient energy-saving technologies and constructive solutions for external fencing that meet regulatory requirements. The article is devoted to a new technology for erecting low-rise buildings with energy-efficient enclosing structures. The novelty of the constructive and technological solution is confirmed by the utility model patent [8]. **Goal.** On the basis of experimental studies, determine the impact of organizational and technological factors on performance indicators (cost, labor and duration) of a new technology for building energy-saving buildings. **Conclusion.** The methodology and results obtained in this paper make it possible to determine the regularities in the change in the efficiency indices of construction-cost, labor and duration, under the influence of organizational and technological factors. The methodology is based on the construction of three types of models: economic (estimated calculations in the AVK-5 program), graphic (production schedules in the Microsoft Project 2010 program) and analytical (using the COMPEX program). Based on the constructed patterns of change in the performance of construction, zones of effective building solutions are determined.

Keywords: construction; energy efficient technologies; organizational factors; technological factors; modeling; enclosing structures; efficient solutions; low-rise buildings

Постановка проблеми. На сьогоднішній день в Україні знову востребовано возведення малоэтажних домов. Несмотря на то, что более 70% «новостроев» в крупных городах Украины являются высотными (21-26 этажей), опросы свидетельствуют, что уже сегодня 60% людей предпочли бы индивидуальный дом квартире. Кроме того, по данным Государственной статистики в 2017 году в Украине принято в эксплуатацию дачные и садовые дома общей площадью 73,4 тыс. м², которая, по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года, увеличилась на 16,8% [2, 7]. С 2017 года действует обновленный нормативный документ [3], в котором, основываясь на европейском опыте, предлагается новая модель учета энергопотерь здания. В связи с этим, возникла необходимость разработки эффективных энергосберегающих технологий и конструктивных решений наружного ограждения отвечающих нормативным требованиям [5].

Анализ публикаций. Следует отметить, что огромный вклад в изучение развития технологии малоэтажного жилищного строительства встречаются в трудах: Г. Д. Макаридзе [4], С. Н. Попельныхов, А. А. Плешивцева, М. Д. Тереха, И. Хаддадина. В работах проведены исследований в области совершенствования существующих конструктивно-технологических решений и традиционных технологий их возведения.

Цель. Учитывая, что в работе поставлен акцент на развитие новых технологий, в частности собственная разработка авторов (патент), которая еще не исследована, встала задача выявления закономерности изменения показателей эффективности строительства – стоимости, трудоемкости и продолжительности под влиянием организационно-технологических факторов.

Изложение материала. В данной работе представлено экспериментальное исследование новой технологии возведения малоэтажных зданий с энергоэффективными

ограждающими конструкциями описанной в патенте №123124 [8].

Наиболее значимыми показателям эффективности выбранной технологии приняты: стоимость, трудоемкость и продолжительность строительства.

К основным факторам, оказывающим наибольшее влияние на показатели

эффективности выбраны: коэффициент использования рабочего времени, сплошность опалубки, количество технологических уровней, высота технологического уровня. Факторы и уровни их варьирования приведены в табл.1

Таблица 1

Факторы и уровни их варьирования

Уровни варьирования	Факторы			
	Организационные	Технологические		
	X ₁ коэф.использования рабочего времен	X ₂ сплошность опалубки, %	X ₃ количество технологических уровней	X ₄ высота технологического уровня, м
-1	0,24	18	1	2,5
0	0,5	50	2	3,0
+1	0,75	82	3	3,5

Согласно принятому плану численного эксперимента возведения малоэтажного здания по проекту «Терция» площадью в плане 130 м², рассчитано 25 вариантов объемов работ. Они использовались для дальнейшего построения моделей в виде сметных расчетов и графиков производства работ по возведению здания при различном сочетании уровней варьирования исследуемых факторов.

В процессе экспериментальных исследований были получены данные по стоимости и трудоемкости строительных процессов для каждого опыта, с помощью компьютерной программы АВК-5, версия 3.3.1, в виде экономической модели. Сметные расчеты включают такие разделы: Земляные работы; Фундамент ленточный монолитный; Стены в несъемной опалубке; Монолитное железобетонное перекрытие; Крыша и кровля; Оконные проемы Дверные проемы; Внутренняя отделка; Наружная отделка. Все сметные расчеты преобразовывались к расчетному показателю 100 м² в плане.

Полученные данные по трудозатратам из сметных расчетов импортировались в программу Microsoft Project, что позволило определить продолжительность возведения малоэтажного здания в виде графической модели согласно технологии выполнения производственных процессов.

В результате экономического и графического моделирования было получено 25 вариантов сметных расчетов, и такое же количество графиков производства работ, которые использованы в экспериментально-статистическом моделировании (ЭСМ) [1]. Результаты ЭСМ представлены в табл.2.

Проведенные исследования позволили определить закономерности изменения показателей эффективности строительства – стоимости, трудоемкости и продолжительности под влиянием организационно-технологических факторов. Далее, на основании построенных закономерностей изменения показателей эффективности строительства (рис.1), было выявлено зоны эффективных решений.

Эффективность показателя стоимости строительства принята на уровне 1 800 000 грн за 100 м² здания в плане. Это значение базируется на информации Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины. В письме № 7/15-945 от 26.01.2018 г. «О индексах изменения стоимости по состоянию на 1 января 2018 г.» в таблице № 5 приведена усредненная стоимость строительства на территории Украины, в частности «Дома усадебного типа с хозпостройками» на уровне 18 146 грн за 1м² с НДС.

Поэтому, зоны, в которых стоимость составляет выше 1 800 000 грн, являются не эффективными и в дальнейшем исследовании исключаются.

В данном исследовании показатель трудоёмкости строительства здания определялся на основании сметного расчета в программном комплексе АВК-5. Полученные значения являются сметно-нормативной трудоемкостью и изменяются в зависимости от объёмов работ, проектных решений, то есть количества этажей, высоты

помещений, вида основных конструктивных элементов и т.д. поэтому, границей эффективности является среднее значение между показателями, полученными на основании экономических моделей в виде смет, при разных уровнях варьируемых факторах. Таким образом, это значение равно 3 000 тыс.человека часов. Зоны, в которых значения меньше 3 000 тыс.чел.час. являются технологически эффективными, а те, в которых больше – неэффективными и обозначены штриховкой.

Таблица 2

План и результаты экспериментально-статистического моделирования

№ точки	Кодированные факторы				Натурные факторы				Показатели		
	X ₁ Коэф. Исползов. Раб. врем	X ₂ Сплошность опалубки,%	X ₃ Количество технолог. уровней	X ₄ Высота технолог.уровн	X ₁ Коэф. Исползов. Раб. врем	X ₂ Сплошность опалубки,%	X ₃ Количество технолог. уровней	X ₄ Высота технолог.уровн	Стоимость строительства, млн.грн /100м ²	Трудоёмкость, тыс.чел.час/100м ²	Продолжительность стр., дн/100м ²
1	1	1	1	1	0,75	82	3	3,5	2975,344	3,942	67
2	1	1	1	-1	0,75	82	3	2,5	2503,483	3,551	63
3	1	1	-1	1	0,75	82	1	3,5	1640,501	2,789	44
4	1	1	-1	-1	0,75	82	1	2,5	1406,94	2,599	42
5	1	-1	1	1	0,75	18	3	3,5	1839,557	3,979	64
6	1	-1	1	-1	0,75	18	3	2,5	1592,567	3,579	61
7	1	-1	-1	1	0,75	18	1	3,5	1167,044	2,804	43
8	1	-1	-1	-1	0,75	18	1	2,5	1068,731	2,610	41
9	-1	1	1	1	0,24	82	3	3,5	2815,363	3,942	123
10	-1	1	1	-1	0,24	82	3	2,5	2359,373	3,551	115
11	-1	1	-1	1	0,24	82	1	3,5	1527,880	2,789	85
12	-1	1	-1	-1	0,24	82	1	2,5	1302,025	2,599	82
13	-1	-1	1	1	0,24	18	3	3,5	1680,366	3,979	110
14	-1	-1	1	-1	0,24	18	3	2,5	1449,062	3,579	111
15	-1	-1	-1	1	0,24	18	1	3,5	1054,756	2,804	83
16	-1	-1	-1	-1	0,24	18	1	2,5	964,057	2,610	78
17	1	0	0	0	0,75	50	2	3,0	1305,031	2,913	47
18	-1	0	0	0	0,24	50	2	3,0	1187,864	2,913	91
19	0,02	1	0	0	0,5	82	2	3,0	1775,058	2,903	66
20	0,02	-1	0	0	0,5	18	2	3,0	1180,325	2,923	64
21	0,02	0	1	0	0,5	50	3	3,0	1797,875	3,774	87
22	0,02	0	0	1	0,5	50	2	3,5	1334,891	3,031	67
23	0,02	0	-1	0	0,5	50	1	3,0	1123,025	2,700	58
24	0,02	0	0	-1	0,5	50	2	2,5	1199,737	2,817	63
25	0,02	0	0	0	0,5	50	2	3,0	1255,355	2,913	65

Продолжительность строительства в данном исследовании определялась на основании объёмов работ и трудоемкости со сметных расчетов, с помощью программы Microsoft Project. Нормативный документ [6]

определяет «Усредненные показатели продолжительности строительства отдельных видов объектов непроизводственного назначения» регламентирует показатель продолжительности

строительства для домов усадебного типа. Если сравнить с полученными данными в Microsoft Project, где строительство здания в 100 м^2 в плане, по предложенной технологии, при стандартной 40-часовой неделе рабочей неделе составляет 75 дней. То есть, полученные данные являются абсолютно адекватными и соответствуют нормативным требованиям [6]. Принимаем границу эффективности на уровне среднего значения 75 дней.

На рисунке 1 неэффективные решения показаны штриховкой.

Следующим этапом является поиск эффективных зон, принимаемых к дальнейшей разработке и осуществлению, которыми являются варианты, имеющие

наименьшие значения по всем показателям относительно принятых границ эффективности.

Эффективными являются зоны при ограничениях показателей на уровне:

- стоимость не более 1,8 млн.грн/ здание площадью в плане 100 м^2 ;
- трудоемкость не более 3 тыс.чел.час / здание площадью в плане 100 м^2 ;
- продолжительность не более 75 дней / здание площадью в плане 100 м^2 .

Далее, в рамках данного исследования, представлена совмещенная диаграмма показателей эффективности строительства для определения зон эффективных организационно-технологических решений (рис. 1).

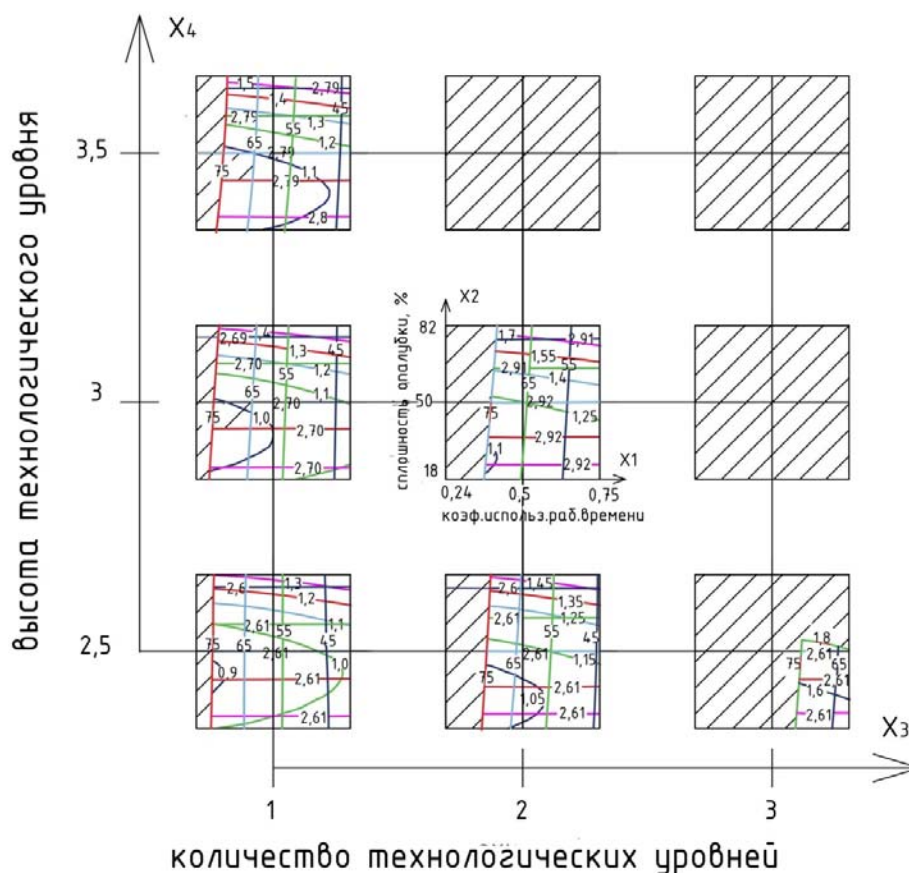


Рис. 1. Совмещенный график показателей эффективности строительства для определения зон оптимальных организационно-технологических решений

Проанализировав график (рис. 1), можно отметить, что наиболее эффективными являются 1 и 2-х уровневые дома при высоте технологического уровня от 2,5 до 3,5 м при условии, что коэффициент использования рабочего времени будет больше минимального ($> 0,24$). Для получения эффективной модели строительства во всех случаях рациональнее использовать повышенный коэффициент использования рабочего времени, то есть изменять количество рабочего времени, за счет увеличения продолжительности рабочего дня или вводом сменности.

Поэтому, для достижения оптимальных показателей эффективности строительства возможно использование множества вариантов сочетаний организационно-технологических решений.

Например, для возведения 3-уровневого здания область зона оптимальных решений в разы меньше остальных. Тем более что неэффективными являются 3-уровневые дома с высотой технологического уровня 3 м и 3,5 м. Это объясняется повышенными объемами работ, которые в свою очередь увеличивают и стоимость и трудоемкость, и, соответственно продолжительность строительства. В область допустимых значений попадают 3-уровневые дома с такими организационно-технологическими решениями:

- X_1 (коэффициент использования рабочего времени)=0,6-0,75;
- X_2 (сплошность опалубки)=18-55%;
- X_3 (высота технологического яруса)=2,5 м.

При таких решениях, зоны оптимальности показателей эффективности для здания площадью в плане 100 м² находятся в пределах значений:

$$S = \text{от } 1,5 \text{ млн.грн до } 1,8 \text{ млн.грн};$$

$$T = 2,610 \text{ тыс.чел.часов};$$

$$P = \text{от } 60 \text{ до } 75 \text{ дней}.$$

При возведении 2-х уровневых зданий в область неэффективных значений попадает высота технологического уровня в 3,5 м. Если рассматривать зону эффективности, то в данных случаях, сплошность опалубки (X_2) может быть на любом уровне в пределах

выбранных значений, то есть от 18 % до 82 %, высота технологического уровня 2,5 м и 3 м, при коэффициенте использования рабочего времени от 0,4 до 0,75.

На основании анализа, были получены зоны оптимальных значений показателей эффективности для здания площадью в плане 100 м² при данных ограничениях:

$$S = \text{от } 1,0 \text{ млн.грн до } 1,75 \text{ млн.грн};$$

$$T = \text{от } 2,610 \text{ до } 2,790 \text{ тыс.чел.часов};$$

$$P = \text{от } 45 \text{ до } 75 \text{ дней}.$$

Для 1-уровневого здания, также как и в предыдущих вариантах, нет ограничений в сплошности опалубки, данные решения могут быть эффективными в пределах от 18 % до 82 % и высоты технологического уровня в пределах от 2,5 до 3,5 м, а вот коэффициент использования рабочего времени, меньше по сравнению с остальными вариантами, и может равняться от 0,3 до 0,75. Это говорит о том, что оптимальные значения строительства возможно получить без ввода особых режимов труда, то есть без сменностей, но, при увеличении рабочего времени максимум на 1 час применительно к стандартной 40-часовой рабочей неделе.

В итоге, на основании указанных выше ограничений были получены зоны оптимальных значений показателей эффективности для здания площадью в плане 100 м²:

$$S = \text{от } 0,9 \text{ млн.грн до } 1,45 \text{ млн.грн};$$

$$T = \text{от } 2,610 \text{ до } 2,910 \text{ тыс.чел.часов};$$

$$P = \text{от } 41 \text{ до } 75 \text{ дней}.$$

При этом можно сделать вывод, что при уменьшении организационного фактора – коэффициент использования рабочего времени, при любых из рассматриваемых уровнях технологических факторов (сплошности опалубки, количества технологических уровней и их высоты) продолжительность строительства начинает увеличиваться. Если рассмотреть данные факторы отдельно, то наибольшее влияние имеет количество технологических уровней, так как при его увлечении сразу возрастает стоимость и трудоемкость, соответственно и продолжительность. Но так как присутствует «коэффициент использования

рабочего времени», за счет чего вводятся смены или повышается количество рабочего времени в день, то фактор «количества технологических уровней» не оказывает особого влияния на продолжительность. Из этого следует, что целесообразно использовать увеличение рабочего времени в пределах от 0,5, то есть не менее 12-ти часового рабочего дня. Тем более, что на показатель трудоёмкости влияние данного фактора отсутствует.

Выводы. В результате эксперимента, исследуемое факторное пространство, описанное экспериментально-статистическими моделями, имеет области допустимых решений. На основании

графика (рис. 1), в пределах факторного пространства исследуемые показатели могут изменяться в пределах:

- снижении стоимости в 3,3 раза ($S_{\max}=2,921$ млн.грн.при $X_1=0,75$, $X_2=82\%$, $X_3=3$, $X_4=3,5$ м; $S_{\min}=0,877$ млн.грн при $X_1=0,24$; $X_2=40\%$, $X_3=1$, $X_4=2,5$ м);

- уменьшении трудоемкости в 1,5 раза ($T_{\max}=3,973$ тыс.чел.часов при $X_1=0,4$, $X_2=18\%$, $X_3=3$, $X_4=3,5$ м; $T_{\min}=2,603$ тыс.чел.часов при $X_1=0,3$, $X_2=82\%$, $X_3=1$, $X_4=2,5$ м);

- сокращении продолжительности в 3 раза ($P_{\max}=120$ дней при $X_1=0,24$, $X_2=82\%$, $X_3=3$, $X_4=3,5$ м; $P_{\min}=40$ дней при $X_1=0,75$, $X_2=82\%$, $X_3=1$, $X_4=2,5$ м).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вознесенский В. А. Численные методы: решения строительно-технологических задач на ЭВМ : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строительных изделий и конструкций" / В. А. Вознесенский, Т. В. Ляшенко, Б. Л. Огарков ; под. ред. В. А. Вознесенского. – Киев : Выща шк., 1989. – 328 с.
2. Державна служба статистики України // Офіційний веб-сайт. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>. – Назва з екрану. – Перевірено 27.06.2018.
3. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2016. – Чинний від 2017 05 01 ; на заміну ДБН В.2.6-31:2006. – Київ : Мінрегіон України, 2017. – 30 с. – (Державні будівельні норми).
4. Макаридзе Г. Д. Технологические исследования возведения малоэтажных зданий в несъемной опалубке / Г. Д. Макаридзе, И. Хаддадин // Вестник гражданских инженеров. – 2006. – № 4 (9). – С. 56–61.
5. Матросов Ю. А. Новое поколение норм и стандартов теплозащиты зданий обеспечивает переход к энергоэффективному строительству / Ю. А. Матросов // Реконструкція житла : наук.-виробн. вид. / НДІпроектреконструкція. – Київ : Нора-друк, 2005. – № 6. – С. 111–123.
6. Визначення тривалості будівництва об'єктів : ДСТУ Б А.3.1-22:2013. – Чинний від 2014.01.01 ; на заміну СНиП 1.0403-85*. – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 39 с. – (Національний стандарт України).
7. Объемы принятого в эксплуатацию жилья в Украине за 2017 год: Госстат // Портал недвижимости Domik.ua. Энциклопедия недвижимости. – Режим доступа: <http://domik.ua/novosti/obemy-prinyatogo-v-ekspluatatsiyu-zhilya-v-ukraine-za-2017-god-gosstat-n255275.html>. – Название с экрана. – Проверено 27.06.2018.
8. Багатошарова стінова панель : пат. 123124 Україна (UA) : МПК E04B 2/42 / О. І. Менеїлюк, І. О. Менеїлюк, Л. А. Черепашук ; заявники та патентовласники О. І. Менеїлюк, І. О. Менеїлюк, Л. А. Черепашук (Україна). – № u201708823 ; заявл. 04.09.2017 ; опубл. 12.02.2018 ; Бюл. № 3. – 6 с.

REFERENCES

1. Voznesenskij V.A., Lyashenko T.V. and Ogarkov B.L. *Chislennye metody: resheniya stroytel'no-texnologicheskix zadach na EVM* [Numerical methods for solving construction-technological problems on a computer]. Kiev: Vyshha shk., 1989, 328 p. (in Russian).
2. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (Accessed on June 27, 2018). (in Ukrainian).
3. *Teplova izoliatsiia budivel: DBN V.2.6-31:2016* [Thermal insulation of buildings: the State Building Regulations V.2.6-31:2016]. Dated on May 01, 2017. Kyiv: Minregion Ukrainy, 2017, 30 p. (in Ukrainian).
4. Makaridze G.D. and Haddadin Y. *Texnologicheskie issledovaniya vozvedeniya maloetazhnyx zdaniy v nes'emnoj opalubke* [Technological research of erection of low-rise buildings in non-removable formwork]. *Vestiyk grazhdanskix inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers]. 2006, no. 4 (9), pp. 56–61. (in Russian).

5. Matrosov Yu.A. *Novoe pokolenie norm i standartov teplozashhity zdanij obespechivaet perexod k energoeffektivnomu stroitel'stvu* [A new generation of norms and standards for thermal protection of buildings provides a transition to energy-efficient construction]. *Rekonstruktsiia zhytla* [Кущітїєкґсешіт щя еру dwelling]. NDiproektrekonstruktsiia [State Research and Design Institute "NDiproektrekonstruktsiia"]. Kyiv: Nora-druk, 2005, no. 6, pp. 111–123. (in Russian).
6. *Vyznachennia tryvalosti budivnytstva obektiv: DSTU B A.3.1-22:2013* [Determination of the duration of objects construction: National standard of Ukraine B A.3.1-22:2013]. Dated on January 01, 2014. Kyiv: Minregion Ukrainy, 2014, 39 p. (in Ukrainian).
7. *Ob'emy prinyatogo v ekspluatatsiyu zhyl'ya v Ukraine za 2017 god: Gosstat* [Volumes of accepted housing in Ukraine for 2017: the State Statistics]. *Portal nedvizhimosti Domik.ua. Encyklopediya nedvizhimosti* [Portal of real estate Domik.ua. Encyclopedia of Real Estate]. Available at: <http://domik.ua/novosti/obemy-prinyatogo-v-ekspluatatsiyu-zhilya-v-ukraine-za-2017-god-gosstat-n255275.html>. (Accessed on June 27, 2018). (in Russian).
8. Meneiliuk O.I., Meneiliuk I.O. and Cherepashhuk L.A. *Bahatosharova stinova panel* [Multilayer wall panel]. Pat. 123124, Ukraine (UA): МПК E04V 2/42, 6 p. (in Ukrainian).

Стаття подана в авторській редакції.

Рецензент: Савицький М. В., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 20.12.017 р.