

УДК 504.6, + 628.8.

## АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ ПРИЗЕМНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ВЕЩЕСТВ

КУШНИР Е. Г., *к.т.н., доц.*

Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [keg1980@gmail.com](mailto:keg1980@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-3395-7784

**Аннотация.** *Цель.* Для определения максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ в настоящее время применяется методика ОНД-86 и разработанные на её основе компьютерные программы, например "ЭОЛ+". Несмотря на инженерную направленность методики зачастую сложно непосредственно проследить взаимосвязь между исследуемыми величинами. В связи с этим предложен вариант алгоритмизации определения максимальных приземных концентраций загрязняющих атмосферный воздух веществ. *Методика.* Проанализированы возможные сочетания параметров, от которых зависит максимальная приземная концентрация, отброшены дублирующие друг друга расчетные случаи и выделены основные базисные варианты. *Результаты.* Сформирована блок-схема (алгоритм) определения максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ, позволяющая свести расчёты к девяти расчётным случаям. *Научная новизна.* Установлена область исходных расчётных данных, для которой максимальная приземная концентрация ( $C_m$ ) зависит существенным образом от разницы температуры выбросов загрязняющих веществ и температуры наружного воздуха ( $\Delta T$ ) как для горячих, так и для холодных выбросов. *Практическая значимость.* Предложенный алгоритм расчётов, при его реализации на ПЭВМ, позволит детально исследовать взаимосвязь приземных концентраций с температурным режимом выбросов и сформулировать практические рекомендации по управлению выбросами.

*Ключевые слова:* атмосферный воздух; загрязняющие вещества; приземная концентрация; температура; выбросы

## АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ПРИЗЕМНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЗАБРУДНЮЮЧИХ АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ РЕЧОВИН

КУШНИР Є. Г., *к.т.н., доц.*

Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: [keg1980@gmail.com](mailto:keg1980@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-3395-7784

**Анотація.** *Мета.* Для визначення максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин в даний час застосовується методика ОНД-86 та розроблені на її основі комп'ютерні програми, наприклад "ЕОЛ +". Незважаючи на інженерну спрямованість методики часто складно безпосередньо простежити взаємозв'язок між досліджуваними величинами. У зв'язку з цим запропонований варіант алгоритмізації визначення максимальних приземних концентрацій забруднюючих атмосферне повітря речовин. *Методика.* Проаналізовані можливості поєднання параметрів, від яких залежить максимальна приземна концентрація, відкинуті дублюючі один одного розрахункові випадки і виділені основні базисні варіанти. *Результати.* Сформована блок-схема (алгоритм) визначення максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин, що дозволяє звести розрахунки до дев'яти розрахункових випадків. *Наукова новизна.* Встановлено область вихідних розрахункових даних, для якої максимальна приземна концентрація ( $C_m$ ) залежить істотно від різниці температури викидів забруднюючих речовин та температури зовнішнього повітря ( $\Delta T$ ) як для гарячих, так і для холодних викидів. *Практична значимість.* Запропонований алгоритм розрахунків, при його реалізації на ПЕОМ, дозволяє детально дослідити взаємозв'язок приземних концентрацій з температурним режимом викидів і сформулювати практичні рекомендації з управління викидами.

*Ключові слова:* атмосферне повітря; забруднюючі речовини; приземна концентрація; температура; викиди

## ALGORITHM FOR THE MAXIMUM SURFACE ATMOSPHERIC CONCENTRATIONS OF HARMFUL AIR POLLUTANTS

KUSHNIR E. G., *Cand. Sc. (Tech.)*

Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-92, e-mail: [keg1980@gmail.com](mailto:keg1980@gmail.com), ORCID ID: 0000-0003-3395-7784

**Abstract. Purpose.** To determine the maximum ground-level concentrations of pollutants currently used method OND-86 and developed on the basis of computer programs, such as "EOL +". Despite the focus engineering techniques is often difficult to directly trace the relationship between the study variables. In this regard, a suggestion algorithmic definition of maximum ground-level concentrations of harmful air substances. **Methodology.** Possibilities combinations of settings that affect the maximum surface concentrations, rejected overlapping settlement cases and identified the main basic options. **Findings.** Formed flowchart (algorithm) establishment of maximum ground-level concentrations of pollutants, which reduces payments to nine calculated cases. **Originality.** Established calculated data source region for which the maximum surface concentration depends ( $C_m$ ) essentially on the difference in temperature pollutant emissions and ambient air ( $\Delta T$ ) for both hot and cold for emissions. **Practical value.** The proposed algorithm calculations in its implementation on a PC, can study in detail the relationship concentrations of ground-level temperature control emissions and to formulate practical recommendations on management of emissions.

*Keywords:* air; contaminants; surface concentrations; temperature; emissions

## Введение

Обеспечение надлежащего качества воздушной среды является одной из приоритетных задач экологической безопасности [9-13]. При строительстве, реконструкции промышленных объектов, определении границ санитарно-защитных зон и допустимых выбросов необходимо произвести расчёт максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ и сопоставить полученные результаты с действующими санитарно-гигиеническими нормативами [1,2]. При этом экологический риск для человека должен быть сведён к минимуму [3-5]. Для определения максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ в настоящее время применяется методика ОНД-86 и разработанные на её основе компьютерные программы например «ЭОЛ+». Несмотря на инженерную направленность методики зачастую сложно непосредственно проследить взаимосвязь между исследуемыми величинами.

Соответственно, условия выброса загрязняющих веществ должны обеспечить наименьшие из возможных значений приземных концентраций загрязняющих веществ  $C_m$  [8].

## Цель

Целью данной статьи является формирование алгоритма определения величины  $C_m$  в зависимости от возможных вариантов сочетания исходных данных.

## Методика

Методика исследования базируется на результатах ранее опубликованных работ [6,7], общенаучных методах анализа и синтеза, а также аппарате математического анализа.

## Результаты

В методике ОНД-86 наибольшую трудоемкость или сложность составляет нахождение коэффициентов  $m$  и  $n$  при расчете максимальной приземной концентрации загрязняющих веществ  $C_m$ . Эти коэффициенты зависят от параметров  $f(\omega_o, D, H, \Delta T)$ ,  $V_m(V_l, \Delta T, H)$ ,  $V'_m(\omega_o, D, H)$ ,  $f_e(\omega_o, D, H)$ . При

этом расход  $V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_o$ . Путем введения вспомогательных параметров  $t$ ,  $s$  возможно представить указанные величины следующим образом. Примем  $t = \frac{\omega_o D}{H}$ ,  $S = \Delta T \cdot D$ , тогда

$$f = \frac{1000 \cdot t^2}{S}, \quad V_m \sim 0,60 \sqrt[3]{t \cdot S}, \quad V'_m = 1,3 \cdot t, \\ f_e = 1757,6 \cdot t^3.$$

Такое представление может быть полезным в дальнейшем. Проведенный анализ позволил установить перечень расчетных формул в зависимости от набора исходных данных, позволяющих проанализировать взаимосвязь  $C_m$  и  $\Delta T$ .

1.  $f \geq 100, V'_m \geq 0,5$  -  $C_m$  от  $\Delta T$  не зависит.
2.  $f \geq 100, 2 \geq V'_m \geq 0,5$  -  $C_m$  от  $\Delta T$  не зависит.
3.  $f \geq 100, V'_m < 0,5$  -  $C_m$  от  $\Delta T$  не зависит.
4.  $f < 100, V_m < 0,5, f < f_e$  -  $C_m$  зависит явно от  $\Delta T$ .
5.  $f < 100, V_m < 0,5, f > f_e$  -  $C_m$  от  $\Delta T$  не зависит.
6.  $f < 100, f < f_e, V_m \geq 2$  -  $C_m$  зависит явно от  $\Delta T$ .
7.  $f < 100, f < f_e, 0,5 \leq V_m \leq 2$  -  $C_m$  зависит явно от  $\Delta T$ .
8.  $f < 100, f > f_e, V_m \geq 2$  -  $C_m$  зависит явно от  $\Delta T$ .
9.  $f < 100, f > f_e, 0,5 \leq V_m \leq 2$  -  $C_m$  от  $\Delta T$  не зависит.

Формулы и ограничения для определения максимальной приземной концентрации  $C_m$  для расчетных случаев выглядят следующим образом.

$$1. f \geq 100, V'_m \geq 0,5, C_m^{\text{II}} = \frac{C_0 \cdot n \cdot K}{H^{4/3}},$$

$$K = \frac{D}{8V_1}, n = 1, V'_m \geq 2.$$

$$2. f \geq 100, V'_m \geq 0,5, C_m^{\text{II}} = \frac{C_0 \cdot n \cdot K}{H^{4/3}},$$

$$K = \frac{D}{8V_1}, n = 0,532 \cdot V_m'^2 - 2,13 \cdot V_m' + 3,13,$$

$$0,5 \leq V'_m \leq 2.$$

$$3. f \geq 100, V'_m < 0,5, C_m^{\text{III}} = \frac{C_o m'}{H^{7/3}},$$

$$m' = 0,9.$$

$$4. f < 100, V'_m \leq 0,5, C_m^{\text{III}} = \frac{C_o m'}{H^{7/3}},$$

$$m' = 2,86m, f \leq f_e,$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}.$$

$$5. f < 100, V'_m \leq 0,5, C_m^{\text{III}} = \frac{C_o m'}{H^{7/3}},$$

$$m' = 2,86m, f > f_e,$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f_e} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f_e}}.$$

$$6. f < 100, f < f_e,$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}},$$

$$V_m \geq 2, n = 1,$$

$$C_m = \frac{C_0 \cdot m \cdot n}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} = \frac{C_o \cdot m \cdot n}{H^{2\sqrt[3]{\frac{\pi D^2}{4} \omega_o \Delta T}}}.$$

$$7. f < 100, f_e > f,$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f_e} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f_e}}, 0,5 \leq V_m \leq 2,$$

$$n = 0,532 \cdot V_m'^2 - 2,13 \cdot V_m' + 3,13,$$

$$C_m = \frac{C_0 \cdot m \cdot n}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} = \frac{C_o \cdot m \cdot n}{H^{2\sqrt[3]{\frac{\pi D^2}{4} \omega_o \Delta T}}}.$$

$$8. f < 100, f > f_e,$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}, 0,5 \leq V_m \leq 2,$$

$$n = 0,532 \cdot V_m'^2 - 2,13 \cdot V_m' + 3,13,$$

$$C_m = \frac{C_0 \cdot m \cdot n}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} = \frac{C_o \cdot m \cdot n}{H^{2\sqrt[3]{\frac{\pi D^2}{4} \omega_o \Delta T}}}.$$

$$9. f < 100, f_e < f,$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f_e} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f_e}},$$

$$V_m \geq 2, n = 1,$$

$$C_m = \frac{C_0 \cdot m \cdot n}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} = \frac{C_o \cdot m \cdot n}{H^{2\sqrt[3]{\frac{\pi D^2}{4} \omega_o \Delta T}}}.$$

Блок-схема (алгоритм) расчетов представлена на рис.1.

#### Научная новизна и практическая значимость

Установлена область исходных расчётных данных, для которой максимальная приземная концентрация зависит существенным образом от разницы температуры выбросов загрязняющих веществ и температуры наружного воздуха ( $\Delta T$ ) как для горячих, так и для холодных выбросов. Предложенный алгоритм расчётов, при его реализации на ПЭВМ, позволит детально исследовать взаимосвязь приземных концентраций с температурным режимом выбросов и сформулировать практические рекомендации по управлению выбросами.

#### Выводы

В основной расчётной формуле методики ОНД-86 величина  $C_m$  явно зависит от величины  $\Delta T$  и возрастает с её уменьшением. При детальном рассмотрении установлено, что при условии  $f \geq 100$ , независимо от  $V_m, f_e$  и при  $f \leq 100, f \geq f_e$  и  $0 \leq V_m \leq 2$  такая явная взаимосвязь отсутствует. В тоже время при  $f \leq 100$  и  $f \leq f_e$ , независимо от значения  $V_m$  такая зависимость имеет место. Также при  $f \leq 100, f \geq f_e$  и  $V_m \geq 2$  это справедливо. Численная реализация на ПЭВМ предложенного алгоритма позволит установить в каких случаях, изменяя величину  $\Delta T$ , можно достичь снижения максимальных приземных концентраций  $C_m$ .

Результаты проведённых исследований могут быть полезны и при рассмотрении вопроса утилизации теплоты вентиляционных выбросов [12,13], наряду с решением задач повышения уровня экологической безопасности [11].

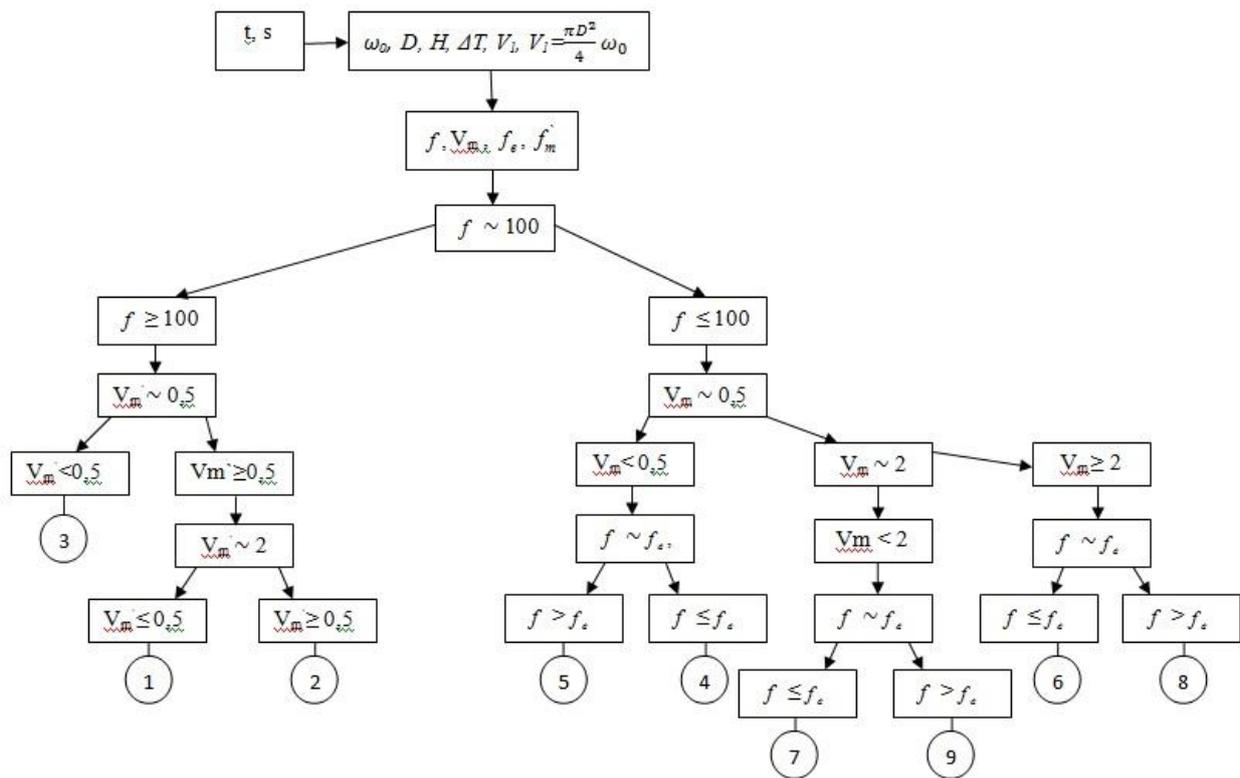


Рис.1. Блок-схема определения максимальных приземных концентраций  $C_m$  / Flowchart of determination of the maximum ground concentration  $C_m$

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES**

1. Про охорону атмосферного повітря : [Закон України : офіц. текст за станом на 26 квіт. 2014р.] – Київ : парламентське видавництво, 2014 - 24 с.

On Protection of Atmospheric Air [Law of Ukraine: official. text as of Apr 26. 2014.] - Kyiv: parliamentary publishing, 2014 - 24 p.

2. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів.- Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1996.- 107с.

State sanitary rules of planning and development of human punktiv.- Kyiv: The Ministry of Health of Ukraine, 1996.- 107p.

3. Барбашова, Н. В. Взаємозв'язок понять «екологічний ризик» та «екологічна безпека» / Н. В. Барбашова // Актуальні проблеми держави і права. – 2014. – Вип. 72 – С. 245–253.

Barbashova N. V., Vzyayemozvyazok ponyat' "ekologichnyy ryzyk" ta "ekologichna bezpeka" [The realation of definitions "ecological risk" and "ecological safety"]. Aktual'ni problem derzhavy i prava [Issues of State and Law], 2014, issue 72, pp. 245-253.

4. Зінченко, В. Ю. Розробка математичної моделі методу рішення задачі прогнозування оцінки екологічного ризику від групи точкових джерел / В. Ю. Зінченко, В. В. Фалько // Екологічна безпека. – 2013. – №2 (16). – С. 36–39.

Zinchenko V. Yur., Falko V. V., Rozrobka matematychnoyi modeli metodu rishennya zadachi prognosnoyi otsinky ekologichnogo ryzyku vid gruppy tochkovyh dzherel [Mathematical scheme development of solving method for ecological risk prognostic assessment problem from a group of emissions point sources]. Ekologichna bezpeka [Ecological safety], 2013, issue 2 (16), pp. 36-39.

5. Зінченко, В. Ю. Прогнозна оцінка екологічного ризику для людини від площадного джерела викидів при довільному напрямку вітру / В. Ю. Зінченко, В. В. Фалько, С. З. Поліщук, А. В. Полищук // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Сб. научн. тр. Вып. 76 – Днепропетровск, ИГАСА, 2014. – С. 132–136.

Zinchenko V. Yur., Falko V. V., Polishchuk S. Z., Polishchuk A. V., Prognozna otsinka ekologichnogo ryzyku dlya lyudyny vid ploshchadnogo dzherela vykydiv pry dovil'nomu napryamku vitru [Ecological risk prognostic assessment for a human from an areal pollutants emission source under the conditions of arbitrary wind direction]. Stroitel'stvo. Materialovedeniye. Mashinostroyeniye. [Building. Material Engineering. Machine Building], 2014, issue 76, pp. 132-136.

6. Кушнір Е. Г. Методичний підхід до розрахунку розподілу забруднених речовин по території / С. Г. Кушнір // Строительство, материаловедение, машиностроение.- Днепропетровск, 2014.-Вип. 76.- С.153-157.

Kushnir EG methodical approach to calculating the distribution of pollutants on the territory / SG // Construction Kushnir, materialovedene, mashynostroyeniye.- Dnepropetrovsk, 2014.-Vol. 76.- P.153-157

7. Полищук С. З. Утилизация тепла промышленных выбросов и качество воздушной среды / Полищук С.З., Кушнір Е. Г., Лесникова И. Ю., Петренко В. О., Васильева Ю. Д., Хоменко Е. А. // Строительство, материаловедение, машиностроение.- Днепропетровск, 2014.-Вип. 76.- С.212-220.

Polyschuk SZ Utylyzatsyya of industrial heat vybrosov Quality and environment vozduшной / Polyschuk SZ, Kushnir EG, Lesnykova I. Yu, Petrenko VA, Vasiliev Yu. D., E. Khomenko A . // Construction, materyalovedene, mashynostroyeniye.- Dnepropetrovsk, 2014.-Vol. 76.- P.212-220

8. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.

OND-86. Metodika rasshcheta konsentratsyy v atmosfernom vozduhe vrednyh veshchestv v vybrosah predpriyaty [Methodology of concentrations estimation for air pollutants emissions], 1987, 94 p.

9. Хазан, В. Б. Визначення екологічної безпеки на підставі дослідження системи екологічних ризиків [Електронний ресурс] / В. Б. Хазан, П. В. Хазан // Екологія і природокористування. – 2013. – Вип. 16. – С. 64–70. – Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecolpr> 2013 16 10/pdf

Khazan V. B., Khazan P. V., Vyznachennya ekologichnoyi bezpeky na pidstavi doslidzhennya systemy ekologichnyh ryzykiv [Ecological safety determination on the base of ecological risks survey]. Ekologiya ta pryrodokorystuvannya [Ecology and Nature Management], 2013, issue 16, pp. 64-70, Rezhym dostupu: <http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecolpr> 2013 16 10/pdf

10. Цуца, Н. М. Екологічний ризик [Електронний ресурс] / Н. М. Цуца // Квалілогія книги. – 2014. – № 2. – С. 70–73 – Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Kk> 2014 2 16.pdf

Tsutsa N. M., Ekologichnyy ryzyk [Ecological risk]. Kvalilohiya knygy [Qualilohy of a Book], 2014, issue 2, pp. 70-73, Rezhym dostupu: <http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Kk> 2014 2 16.pdf

11. Обиход, Г. О. Методичні підходи щодо оцінки рівня екологічної небезпеки регіонів України [Електронний ресурс] / Г. О. Обиход, Т. Л. Омеляненко // «Ефективна економіка». – 2012. – № 3. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1429>

Obihod H. O., Omelyanenko T. L., Metodychni pidhody shhcho otsinky rivnya ekologichnoyi nebezpeky regioniv Ukrainy [Methodological approaches to level assessment of ecological danger in regions of Ukraine]. Efektyvna ekonomika [Effective Economy], 2012, issue 3, Rezhym dostupu: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1429>

12. Бернер Г. Я. Инженерные решения в области охраны окружающей среды и энергосбережение на промышленных предприятиях / Г. Я. Бернер. – Москва : новости теплоснабжения, 2009 – 327с.

Berner GY engineering solutions in the field of environmental saving and energy supply in industrial enterprises / GY Berner. - Moscow: news heating, 2009 – 327p.

13. Суворов С. Ф. Поквартирная система вентиляции с утилизацией теплоты. Пилотный проект жилого дома С. Ф. Суворов, А. Ю. Миловиков // АВОК.- 2013.- Вип.2.- С.23-26.

Suvorov SF door-ventilation system with heat recovery. The pilot project of an apartment house SF Suvorov A. Yu Milovikov // AVOK.- 2013.- Vip.2.- P.23-26.

Статья рекомендована к публикации в д-ром.техн.наук, проф. А.С.Беликовым (Украина); д-ром.тех.наук, проф. Л.С.Савиным (Украина) Статья поступила в редколлегия 07.09.2015

## УДК 691.3

### ТРЕХСЛОЙНЫЕ СТЕНОВЫЕ ПАНЕЛИ – НЕЭФФЕКТИВНОЕ ПРОШЛОЕ ИЛИ ПЕРСПЕКТИВНОЕ БУДУЩЕЕ?

МОРОЗ Л.В.<sup>1\*</sup>, к.т.н., доц.

<sup>1\*</sup> Кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского 24а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: linysek-slv@mail.ru, ORCID ID 0000-0003-3150-7472

**Аннотация. Постановка проблемы.** До недавнего времени использование стеновых панелей не пользовалось популярностью при строительстве зданий различного назначения. Неоправданный отказ от данного вида железобетона, прежде всего, связан с однообразием геометрических параметров производимых изделий. Отсутствие возможности свободного планирования пространства сдерживало практическое применение стеновых панелей в современном строительстве. **Цель статьи.** Рассмотреть конструкцию трехслойной стеновой панели, а также современные способы производства трехслойных стеновых панелей. **Вывод.** В связи со сложившейся ситуацией в стране на рынке жилья, обеспечение устойчивого роста объемов возведения экономического социального жилья в регионах особенно актуально. Эффективным решением в данном случае может стать применение стеновых панелей, что обеспечит необходимые темпы строительства и не ограничит архитектурные желания строителей и заказчиков.

*Ключевые слова:* стеновая панель, железобетон, производство, технологии, свойства.

### ТРЬОХШАРОВІ СТІНОВІ ПАНЕЛІ – НЕЕФЕКТИВНЕ МИНУЛЕ ЧИ ПЕРСПЕКТИВНЕ МАЙБУТНЄ?

МОРОЗ Л.В.<sup>1\*</sup>, к.т.н., доц.

<sup>1\*</sup> Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад „Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”, вул. Чернишевського, 24а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-76, e-mail: linysek-slv@mail.ru, ORCID ID 0000-0003-3150-7472