

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №5, Том 11 / 2019, No 5, Vol 11 <https://esj.today/issue-5-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/01SAVN519.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Манжилевская С.Е., Морозов А.В. Разработка и применение в проектировании модели локализации строительного производства с целью повышения экологической безопасности // Вестник Евразийской науки, 2019 №5, <https://esj.today/PDF/01SAVN519.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Manzhilevskaya S.E., Morozov A.V. (2019). Development and constructional design application of a model for the localization of construction operations in order to improve environmental safety. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 5(11). Available at: <https://esj.today/PDF/01SAVN519.pdf> (in Russian)

УДК 502.1(075.8)

ГРНТИ 87.15.03

Манжилевская Светлана Евгеньевна

ФГОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Доцент

Кандидат технических наук, доцент
E-mail: smanzhilevskaya@yandex.ru

Морозов Артем Владиславович

ФГОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант

E-mail: Tim.818@yandex.ru

Разработка и применение в проектировании модели локализации строительного производства с целью повышения экологической безопасности

Аннотация. В статье рассматривается разработка и внедрение модели локализации строительного производства направленной на повышение экологической безопасности. Экологическая безопасность территории – это важнейшее требование к обоснованию к локализации строительных площадок на городской территории. Системы моделирования экологической безопасности особо развита на уровне регионов. Данный уровень в значительной степени раскрывает негативное воздействие загрязнения окружающей среды территории. На данном этапе разрабатываются задачи по снижению экологической нагрузки, которые определяются внедрением производственных и природоохранных технологий в процессы человеческой деятельности. Разработка такого рода задач и внедрение их на территориях подверженных загрязнению от разного вида производства определяют оптимальный выбор технологий, которые способствуют, во-первых, решению технологических проблем, связанных с повышением защиты окружающей среды от загрязнений, во-вторых, снижению экономического ущерба, возникающего вследствие выделения загрязнения в атмосферу конкретного производства. Задачей данного исследования является построение изолиний полей осредненных концентраций и разбивка территории на зоны по осредненным значениям. Решение этих специфических задач необходимо для определения экономического ущерба, возникающего от негативного воздействия данной технологии, по данным о натуральных ущербах в зависимости от степени влияния этой технологии в уровни загрязнения по выделенным зонам и насыщенности загрязняемых объектов по зонированной территории. В результате решения задачи должны быть определены экономически обоснованные величины

предельно допустимых выбросов (ПДВ) конкретных загрязнителей из отдельных стационарных источников. Исходной информацией для нахождения ПДВ являются величины выбросов из отдельных источников при всех возможных технологиях.

Ключевые слова: защита окружающей среды; охрана окружающей среды; экологическая безопасность; защита атмосферного воздуха; моделирование в экологии; экологические факторы; оценка загрязняющих веществ

Введение

Системы моделирования экологической безопасности особо развита на уровне регионов. Данный уровень в значительной степени раскрывает негативное воздействие загрязнения окружающей среды территории. Рассмотренный европейский и азиатский опыт негативного загрязнения окружающей среды территории показал, что систематизированное изучение вопроса по данной проблематике отсутствует. Тем не менее, данная проблема тесно переплетается с охраной труда и охраной окружающей среды. На данном этапе разрабатываются задачи по снижению экологической нагрузки, которые определяются внедрением производственных и природоохранных технологий в процессы человеческой деятельности. Разработка такого рода задач и внедрение их на территориях подверженных загрязнению от разного вида производства определяют оптимальный выбор технологий, которые способствуют, во-первых, решению технологических проблем, связанных с повышением защиты окружающей среды от загрязнений, во-вторых, снижению экономического ущерба, возникающего вследствие выделения загрязнения в атмосферу конкретного производства [6].

Моделирование природоохранных технологий определяется как совокупность параметров технологических процессов конкретного производства и мероприятий по защите компонентов окружающей среды. Изменение различных параметров природоохранных технологий увеличивает их число и сферы применения, т. е. в одном случае технология $l = 1$ характеризует для l -го вида строительного производства, при условии применения стандартного набора природоохранных мероприятий, $l = 2$ – тот же вариант технологии строительного производства, но с применением дополнительных мероприятий, как защитные экраны (отличных от соответствующих параметров в $l = 1$). $l = 3$ – то же, но с применением, например, менее пылящих строительных материалов $l = 4$ – модернизированная технология, что и в варианте $l = 1$, с внедрением организационных решений, снижающих экологическую нагрузку на прилегающую территорию [10].

Природоохранные технологии понимаются в общем понимании, конкретность они приобретают с учетом привязки их к конкретной территории строительства. Так, в подготовительный период строительства жилого комплекса на территории города $l = 1$ для каждого возводимого объекта может отражаться технология производства с применением защитных мероприятий для снижения загрязнения при привязке объекта в точке местности с координатами (x_1, y_1) . $l = 2$ – то же самое при привязке объекта в точке местности с координатами (x_2, y_2) , так расположение комплекса, например в центре и на окраине города определяет специфику процессов, отталкиваясь от степени загрязненности территории. Выполнение привязки объектов к территории позволяет определить и уменьшить концентрации определенных загрязнителей, например частицы мелкодисперсной пыли $PM_{0,5}$ – PM_{10} на определенных территориях в городе, образуемые от нескольких строительных площадок [3; 4].

Разработка модели характеризующей загрязненность территорий

Верхние пределы загрязнения атмосферы имеют место в течение нескольких дней в году. Для постановки технологических задач и определения решений, необходимо определить границы территории. Они определяются для отдельных задач взаимным расположением групп источников вредных выбросов и загрязняемых объектов в результате этих выбросов [1; 2].

Необходимо рассматривать социально-экономические последствия загрязнения на конкретных территориях.

Задачей данного исследования является построение изолиний полей осредненных концентраций и разбивка территории на зоны по осредненным значениям.

Решение этих специфических задач необходимо для определения экономического ущерба, возникающего от негативного воздействия данной технологии, по данным о натуральных ущербах в зависимости от степени влияния этой технологии в уровни загрязнения по выделенным зонам и насыщенности загрязняемых объектов по зонированной территории. Общая величина экономического ущерба от всех выбросов и атмосферу из источника загрязнения (строительной площадки) есть сумма ущербов от воздействия на загрязняемые объекты отдельных ингредиентов загрязнения [8; 9].

Рассмотрим модель характеризующую загрязненность территорий.

Введем следующие обозначения:

i и I – номер и число строительных площадок, где возводятся конкретный вид объектов на территории;

l и L_i – номер и число возможных вариантов совокупной (производственной и атмосфероохранной) технологии для i -го вида строительства;

q и Q – номер и число учитываемых в модели загрязняющих веществ;

z_i^l – целочисленная переменная, показывающая, входит ли в план l -й вариант технологии для i -го строительного производства;

V_i^l – годовой объем строительного производства i -ной площадки при l -й технологии;

A_i – годовая производственная программа i -го строительного производства;

c_q – запретительный уровень загрязнения атмосферы вредными веществами q -го вида;

S_i^l – себестоимость производства строительной продукции при l -м варианте технологии для i -го производства при его годовом объеме V_i^l ;

k_i^l – капитальные вложения в i -е производства на освоение l -й технологии с годовым объемом V_i^l ($k_i^l \neq 0$ для реконструируемых объектов);

K – лимит капитальных вложений;

c_{iq}^l – вклад в общий уровень загрязнения атмосферы q -м веществом, его доли, обусловленной выбросом одноименного отхода i -м производством при l -й технологии с объемом V_i^l ;

c_q^ϕ – фоновое загрязнение атмосферы q -го вида от автотранспорта, непромышленных, внешних и естественных источников;

v_i^l – годовой экономический ущерб, вызываемый выбросами вредных веществ i -м производством при l -й технологии с объемом V_i^l .

Математическая запись модели для загрязненных территорий выглядит следующим образом:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{l=1}^{L_i} (S_i^l + v_i^l) z_i^l \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\sum_{l=1}^{L_i} V_i^l z_i^l \geq A_i, i = \overline{1, I}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{l=1}^{L_i} k_i^l z_i^l \leq K, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{l=1}^{L_i} \overline{c_{iq}^l} z_i^l \leq \overline{c_q} - \overline{c_q^\Phi}, q = \overline{1, Q}, \quad (4)$$

$$\sum_{l=1}^{L_i} z_i^l \leq 1, i = \overline{1, I}, \quad (5)$$

$$z_i^l = 0 \text{ или } 1, l = \overline{1, L_i}. \quad (6)$$

Необходимо рассмотреть особенности параметров модели (1) где принимается среднегодовая предельно допустимая концентрация (ПДК) на основании медико-биологических показателей¹. В первую очередь следует рассмотреть единицы измерения уровней загрязнения атмосферы. Целесообразно данные показатели измерять в баллах (кратностях превышения среднегодовых ПДК, т. е. отношением среднегодовой концентрации какого-то загрязнителя к его ПДК). Среднегодовые ПДК на момент расчетов чаще всего не установлены [7]. Однако согласно формуле

$$\frac{c_{\tau_1 \max}}{c_{\tau_2 \max}} = \left(\frac{\tau_1}{\tau_2} \right)^b, \quad (7)$$

где $c_{\tau_1 \max}$ и $c_{\tau_2 \max}$ – показатели действия загрязнений с осредненными по времени интенсивностями;

$\left(\frac{\tau_1}{\tau_2} \right)^b$ – временные параметры;

устанавливается соотношение между концентрациями при различном временном осреднении. Если подставить в эту формулу значение концентрации q -го загрязнителя, равное ее среднесуточной ПДК, то можно получить значение среднегодовой концентрации, соответствующее среднесуточной ПДК). Для некоторых примесей, например, наиболее токсичных, целесообразно устанавливать соответствие среднегодовых концентраций с максимально-разовыми ПДК. Это соответствие определяется, как не превышение среднегодовой концентрации с большой степенью надежности гарантирует не превышение среднесуточной ПДК в течение всего года. В дальнейшем такую среднегодовую концентрацию условно необходимо называть среднегодовой ПДК, хотя, среднегодовые ПДК для различных примесей в атмосфере должны устанавливаться из медико-биологических соображений. В отсутствие медико-биологических среднегодовых ПДК запретительные уровни загрязнения с_q целесообразно измерять в баллах, отражающих условные среднегодовые ПДК, отталкиваясь от

¹ ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

гигиенических среднесуточных (или максимально-разовых) ПДК. В соответствии с этим в ограничении (4) параметры c_{iq}^l и c_q^Φ также измеряются в такого рода балльных единицах.

В результате расчетов по метеорологической части задачи должны быть определены значения c_{iq}^l . Исходными параметрами для определения этих значений должны выступать среднегодовые величины загрязнения от конкретных источников выбросов по их вкладу в общий среднегодовой уровень загрязнения в каждой контролируемой точке загрязняемой территории:

$$\bar{c}_{iq}^l(x, y) \approx \sum_{i=1}^{N_i} \bar{b}_{iq}^{ln} \bar{F}_{iq}^{ln}(x, y) \text{ для всех } l, q, i, \quad (8)$$

где (x, y) – координаты точки замера концентраций на загрязняемой территории;

\bar{b}_{iq}^{ln} – среднегодовой выброс q -го загрязнителя от n -го процесса i -го строительного производства при l -й технологии с объемом производства V_i^l ;

$\bar{F}_{iq}^{ln}(x, y)$ – метеорологическая функция, задающая поле среднегодового уровня загрязнения q -й примесью в точке (x, y) от n -го процесса i -го источника загрязнения при l -х технологических характеристиках (глубина котлована и т. д.) и при единичной мощности выброса при выполнении процесса разработки котлована.

Средние по загрязняемой территории оценки \bar{c}_{iq}^l определяются как среднеарифметические значения величин $\bar{c}_{iq}^l(x, y)$ по всем точкам замера концентрации.

После предварительных расчетов по метеорологической части задача экономико-математическая модель (1) сводится к задаче линейного целочисленного программирования. В то же время расчет параметров \bar{c}_{iq}^l нелинеен ввиду нелинейности метеорологической функции. То же самое можно сказать и о расчете параметров v_i^l . Таким образом, поэтапное решение задачи расширения строительного производства и совершенствования защиты атмосферного воздуха территории должно упростить процедуру расчетов. Если же попытаться в единой территориальной задаче отразить решение экономических и метеорологических проблем (включая математические зависимости экономического ущерба от уровней загрязнения атмосферы вредными примесями), то при ее реализации могут встретиться гораздо более существенные трудности, чем при поэтапном решении [5].

Результаты решения задачи по снижению загрязнения при помощи моделирования

В результате решения задачи должны быть определены экономически обоснованные величины предельно допустимых выбросов (ПДВ) конкретных загрязнителей из отдельных стационарных источников. Исходной информацией для нахождения ПДВ являются величины выбросов из отдельных источников при всех возможных технологиях \bar{b}_{iq}^l , которые определяются следующим образом:

$$\bar{b}_{iq}^l = \sum_{n=1}^{N_i} \bar{b}_{iq}^{ln} \text{ для всех } i, q, l. \quad (9)$$

В районах с развитым строительным комплексом в число вариантов возможных технологий для i -х производства может входить сравнительно небольшой набор вариантов, связанных с возможностью рассредоточения намечаемых к строительству новых объектов по территории. Для ряда территорий с относительно неблагоприятной экологической ситуацией строительство новых объектов может быть вообще исключено из рассмотрения, а множество

вариантов технологий будет связано только с реконструкцией действующих объектов, где это возможно.

Для некоторых регионов может оказаться целесообразным введение в систему условий модели (1) специфических дополнительных ограничений, характеризующих те или иные лимитируемые факторы. Например, в отдельных загрязняемых районах из-за повышенной текучести кадров и миграции населения лимит трудовых ресурсов может оказаться существенным при выборе оптимального варианта развития этих районов. Для районов с развитой промышленностью и высокопродуктивным сельским хозяйством в принципе возможно построение ограничений (4) для среднесезонных концентраций, которые могут оказаться более жесткими по сравнению со среднегодовым осреднением уровней загрязнения.

В результате решения задачи по модели (1) определяются экономически обоснованные (по социально-экономическому критерию и наличию лимитирующих факторов) уровни загрязнения атмосферы (стандарты). Их величины для q -х ингредиентов загрязнения определяются на основе вошедших в оптимальный план технологий l для i -х производств:

$$\sum_{i=1}^l \bar{c}_{iq}^{l*} z_i^{l*} = \bar{c}_q, z_i^{l*} = 1. \quad (10)$$

Оптимальные уровни загрязнения во многих случаях должны быть меньше соответствующих запретительных уровней, точнее, $\bar{c}_q < \bar{c}_q - \bar{c}_q^\phi$, поэтому при решении задач по защите территорий от воздействия на окружающую среду вне системы моделей для упрощения счета целесообразно формировать модели и без условий типа (4).

В результате решения по размещению строительных производств на территории, например, города, может оказаться экономически целесообразно разместить в каких-то районах столько «грязных» производств, что, несмотря на учет экономического ущерба в региональных задачах, будет иметь место $\bar{c}_q > \bar{c}_q - \bar{c}_q^\phi$ для некоторых q , т. е. условие (4) будет нарушено. В таких случаях, исходя из принципа неухудшения экологической обстановки в районах, следует пересмотреть специфику возводимых объектов (3).

На основе вошедших в оптимальный план технологий l^* выбираются значения ПДВ q -х загрязнителей в атмосферу из i -х производств \bar{b}_{iq}^{l*} , и значения допустимого экономического ущерба v_i^{l*} , которые необходимы для построения механизма экономического стимулирования снижения вредных выбросов и контроля за ними.

Предложенная модель может быть использована для определения оптимального уровня загрязнения в районах с развитым строительным комплексом с множеством вариантов возможных технологий для различных строительных производств, когда множество вариантов технологий будет связано с реконструкцией действующих объектов или рассредоточения новых объектов по территории. В частности, данная модель принята к рассмотрению при разработке технико-экономического обоснования строительства и реконструкции ряда жилых массивов в городах Ростовской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Azarov V.N., Manzhilevskaya S.E., Petrenko L.K. The pollution prevention during the civil construction. MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 196.
2. Организация мониторинга загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами [Текст]: методич. Указания МУ 2.1.6.-09. – Москва, 2009. – 14 с.
3. Азаров В.Н. Об оценке концентрации мелкодисперсной пыли (PM10 и PM2,5) в воздушной среде [Текст] // Вестн. Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. – 2011. – №25. – С. 402–406.
4. Петренко Л.К. и др. Организационно-экономические аспекты природопользования // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]: электрон. науч.-инновац. журн. – 2016. – № 3. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2016/1961>.
5. Манжилевская С.Е., Гладков В.С., Нальгиев Д.А., Штарев Р.В. Дополнительные экологические мероприятия в процессе строительства // Инженерный вестник Дона, 2019. № 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2019/5747.
6. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: Учеб. пос. / Ю.Л. Хотунцев. – М.: Академия, 2004. – 480 с.
7. Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. – М.: Высш. шк., 2006. – 334 с.
8. Игнатов, В.Г. Экология и экономика природопользования / В.Г. Игнатов, А.В. Кокин. – Ростов н/Д: Изд. Феникс, 2003. – 512 с.
9. Эколого-экономический анализ промышленных предприятий: Учеб. пос. / О.Б. Бутусов. – М.: Воскресенье: Рыбинский дом печати, 2003. – 328 с.
10. Петренко Л.К. Самоорганизующиеся системы в моделях. Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс]: электрон. науч.-инновац. журн. – 2016. – № 2. – Режим доступа: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_55_Petrenko.pdf_b537bdba32.pdf.

Manzhilevskaya Svetlana Evgenevna

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: smanzhilevskaya@yandex.ru

Morozov Artem Vladislavovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: Tim.818@yandex.ru

Development and constructional design application of a model for the localization of construction operations in order to improve environmental safety

Abstract. The article discusses the development and application of a model for the localization of construction operations aimed at improving environmental safety. Ecological safety of the territory is the most important requirement for the justification for the localization of construction sites in the urban territory. Environmental safety modeling systems are especially developed at the regional level. This level starkly demonstrates the negative impact of environmental pollution of the territory. At this stage, tasks are being developed to reduce the environmental load, which are determined by the introduction of production and environmental technologies in the processes of human activity. The development of this kind of tasks and their application in territories subject to pollution from different types of production determines the optimal choice of technologies that contribute, firstly, to the solution of technological problems associated with improving the protection of the environment from pollution, and secondly, to reduce the economic damage arising from emission of pollution into the atmosphere of a particular production. The objective of this study is to construct contour lines of fields of averaged concentrations and breakdown of the territory into zones according to averaged values.

The solution of these specific tasks is necessary to determine the economic damage arising from the negative impact of this technology, according to the data on natural damages, depending on the degree of influence of this technology on pollution levels in the selected zones and saturation of the polluted objects in the zoned territory. As a result of solving the problem, economically sound values of maximum permissible emissions (MPE) of specific pollutants from individual stationary sources should be determined. The initial information for finding MPEs is the values of emissions from individual sources with all possible technologies.

Keywords: environmental safety; environmental protection; environmental safety; air protection; ecological modeling; pollutant assessment; ecological factors