

10. **Шукин Е. Д.** Коллоидная химия: учеб. для ун-тов и химико-технолог. Вузов / Е. Д. Шукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2004. – 445 с.
11. **Брыков А. С.** Гидратация цемента: учеб. пособ. – 2008. – г. С. Петербург.
12. Modification of cement concrete multi-layer carbon nanotubes / G. I. Yakovlev, G. N. Pervushin, A. Korzhenko, A. F. Buryanov, I. A. Pudov, A. A. Lushnikova // Construction materials. – М. : 2011. – № 2. – P. 47 – 51.
13. **Llina Kondofesky-Mintova.** Fundamental Interactions between Multi-Walled Carbon Nanotubes (MWCNT), Ca<sup>2+</sup> and Polycarboxilate Superplasticizers in Cementitious System. Llina Kondofesky-Mintova, Johann Plank. // Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete. Proceedings Tenth International Conference Prague, Czech Republic, October 2012. – P. 423 – 434.
14. **Maria S. Konsta-Gdoutors, Zoi S. Metaxa, Surendra P. Shah.** Multi-scale mechanical and fracture characteristics and early-age strain capacity of high performance carbon nanotube/cement nanocomposites. Cement & Concrete Composites 32(2010) 110 – 115
15. **Maria S. Konsta-Gdoutors, Zoi S. Metaxa, Surendra P. Shah.** Highly dispersed carbon nanotube reinforced cement based materials. Cement & Concrete Composites 40(2010) 1052 – 1059.

## УДК 69.05

### ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКОЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

*П. П. Олейник, д. т. н., проф., В. И. Бродский, к. т. н., доц.*

*Московский государственный строительный университет (ГОУ ВПО МГСУ), г. Москва*

**Ключевые слова:** организация управления, система, строительные отходы, структура, подготовка, систематизация

Система управления переработкой строительных отходов представляет комплекс взаимосвязанных мероприятий, работ и задач организационного, технического, технологического и экономического характера, обеспечивающих планомерный и непрерывный сбор, сортировку, транспортирование, переработку строительных отходов и получение вторичного сырья (материала) с заданными технико-экономическими показателями.

Такая система предназначена для обеспечения целенаправленной деятельности служб заказчика, строительных, проектных, транспортных, снабженческих организаций и перерабатывающих предприятий за счет согласованности действий, сбалансированности трудовых и материально-технических ресурсов.

Федеральный классификационный каталог отходов включает более двадцати наименований строительных отходов, включающих отходы бетона, железобетона, линолеума, сколы асфальтобетона, лом черных и цветных металлов, стекломой и др. Основным источником их образования является строительное производство в результате выполнения разнообразных работ по ремонту и реконструкции зданий и сооружений, новому строительству, сносу (разборке) ветхого жилья. Например, для Московского региона объем строительных отходов при ремонте зданий и сооружений составляет 58,2 %, снос (демонтаж) – 29,3 %. В то же время в стройиндустрии отходы образуются в результате некондиции и брака железобетонных конструкций и составляют около 3,5 %.

Проведенный анализ производственной деятельности строительных организаций при новом строительстве, реконструкции и ремонте объектов позволил установить и построить графическую интерпретацию особенностей среднегодовых и среднеквартальных распределений объемов строительных отходов, а анализ предприятий стройиндустрии позволил построить графическую интерпретацию количественного изменения объемов некондиции и брака изделий во временном интервале, взятом в годовых и квартальных периодах (рис. 1).

Все это указывает на необходимость создания полноценной системы управления переработкой строительных отходов, содержание и целевая направленность которой выдвигают следующие основные принципы:

- межведомственный характер управления строительными отходами;
- упорядочение и унификация всех форм документооборота;
- создание единых технических, организационно-технологических и планово-

экономических решений;

- обязательное исполнение положений системы всеми участниками;
- создание банка данных отходов строительства и сноса (БДОСС).

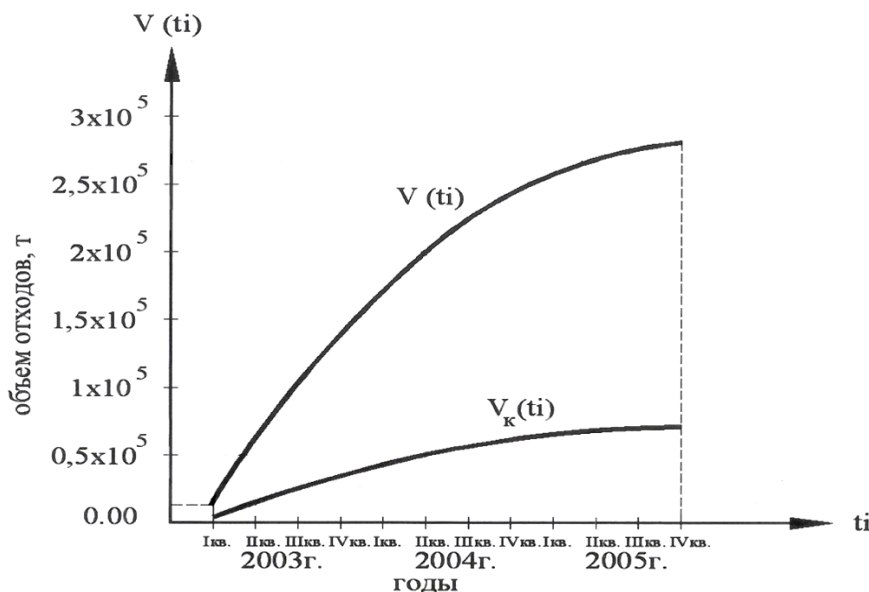


Рис. 1. Распределение объемов строительных отходов в области стройиндустрии

Система должна включать следующие подсистемы:

- организационно-техническая подготовка (ОТП);
- сбор и сортировка отходов (ССО);
- контейнеризация, пакетирование и транспортирование отходов (КПТ);
- переработка отходов и получение вторичных ресурсов (ПВР).

При создании системы управления переработкой строительных отходов необходимо учитывать следующие особенности:

- многообразии видов строительных отходов по материалам и вариантам их сочетаний;
- разнообразии форм и методов сбора, сортировки, доставки и переработки отходов;
- территориальная разбросанность предприятий по приемке и переработке отходов;
- ограничения на временное складирование строительных отходов;
- большие объемы накопления строительных отходов на предприятиях и полигонах.

Результаты деятельности системы можно условно подразделить на два вида:

- практические – создание новой подотрасли строительной индустрии, получение вторичных ресурсов (материалов, элементов, конструкций), сохранение сырьевых баз на величину полученных материалов, снижение нагрузки на окружающую среду, сокращение полигонов захоронения строительных отходов (при безотходной технологии переработки);

- научно-технические – классификация отходов, область применения вторичных ресурсов, разработка технологических регламентов переработки строительных отходов, разработка эффективного строительного оборудования, формирование нормативных документов.

Основополагающими положениями создания системы управления переработкой строительных отходов являются:

- трансформация материалов по всем этапам жизненного цикла объектов – новое строительство, ремонт, реконструкция, эксплуатация, разборка (снос) объектов;
- изменение качества материала или его свойств на следующих переделах – сбор отходов, их переработка, использование вторичных ресурсов, захоронение;
- разнообразие технологий переработки строительных отходов, включая механические и химические методы.

Подсистема «Организационно-техническая подготовка» (ОТП) включает мероприятия и задачи, которые являются общими и обязательными для всех участников:

- составление и корректировка номенклатуры строительных отходов;
- выработка единых требований по обращению с отходами;
- формирование единого терминологического словаря;
- разработка эталонов технологических регламентов;

- создание и введение банка данных отходов строительства и сноса;
- унификация форм документов;
- разработка единых требований к организационно-технологической документации (ПОС, ППР, ТК);
- создание пакета технической и ценовой политики;
- прогноз объемов образования отходов;
- прогноз объемов переработки и получения вторичного продукта;
- прогноз объемов захоронения строительных отходов.

Номенклатура строительных отходов, устанавливаемая в соответствии с федеральным классификационным каталогом, должна корректироваться по мере появления нового вида отходов согласно классификации.

Важнейшим условием создания системы является выработка словаря терминов и определений и принятие его всеми участниками процесса обращения с отходами. В частности, такой словарь выработан и представлен в Постановлении Правительства Москвы «О порядке обращения с отходами строительства и сноса в г. Москве».

В рамках ОТП необходимо создавать и вести банк данных строительных отходов и разрабатывать соответствующую техническую и технологическую документацию и формы ее представления. Имеющийся опыт введения банка данных и прописанные в Постановлении его функции позволяют выделить главные направления анализа и учета данных – введение единого реестра строительных отходов, регистрация технологических регламентов процесса обращения с отходами строительства и сноса, анализ текущего состояния и прогноз роста строительных отходов, разработка рекомендаций по эффективному обращению с отходами, создание системы использования вторичных ресурсов, выполнение контрольных функций.

Технологический регламент процесса обращения с отходами как основной рабочий документ доведен разработчиками Постановления до типовой формы и отражает весь процесс обращения с отходами, начиная от их сбора до переработки или захоронения. Такой регламент разрабатывается отдельно по каждому объекту образования отходов.

Подсистема «Сбор и сортировка отходов» (ССО) состоит из мероприятий и работ, направленных на осуществление планомерного и непрерывного процесса сбора и сортировки строительных отходов.

ССО предусматривает выполнение следующих мероприятий и работ:

- разработка решений по сбору строительных отходов;
- организация сортировки отходов по виду материалов;
- разработка решений по складированию строительных отходов, в том числе их контейнеризации и пакетированию;
- выполнение требований по технике безопасности;
- организация надзора и контроля за процессом сбора, сортировки и контейнеризации строительных отходов.

Мероприятия и работы по сбору и сортировке строительных отходов реализуются через проектную организационно-технологическую документацию (ППР, ТК).

Применительно к разборке зданий процессы сбора, сортировки и временного складирования строительных отходов осуществляются на стадии подготовительного периода.

Следует иметь в виду, что для строительных отходов должно быть предусмотрено санитарно-экологическое и радиационное обследование.

Подсистема «Контейнеризация, пакетирование и транспортирование» (КПТ) включает мероприятия и работы, направленные на осуществление своевременной доставки строительных отходов на перерабатывающие предприятия и полигоны.

КПТ предусматривает выполнение следующих мероприятий и работ:

- унификация (разработка типажа) специализированных контейнеров и средств пакетирования для доставки строительных отходов;
- разработка схем доставки строительных отходов для различных районов;
- разработка технологических карт загрузки и разгрузки транспортных средств;
- организация надзора за процессом загрузки, доставки и разгрузки строительных грузов;
- разработка саморазгружающихся платформ.

Типы контейнеров и средств пакетирования подразделяются на контейнеры закрытые и открытые, контейнеры-платформы, кассеты-платформы, тару открытую и др. Унификация указанных средств доставки выполняется на основе выделенной номенклатуры строительных

отходов.

Схемы доставки строительных отходов должны предусматривать транспортную увязку мест образования отходов и перерабатывающих предприятий на основе минимизации расстояний и соблюдения требований «Правил дорожного движения».

Подсистема «Переработка и получение вторичных ресурсов» (ПВР) включает мероприятия и работы, направленные на обеспечение планомерного и непрерывного процесса переработки строительных отходов и получение вторичного материала с требуемыми технико-экономическими показателями.

ПВР предусматривает выполнение следующих мероприятий и работ:

- оценка технического уровня существующих производств по переработке отходов;
- отбор технологий переработки строительных отходов;
- проведение НИОКР по разработке прогрессивных технологий переработки строительных отходов;
- разработка требований к технологическому оборудованию;
- разработка рекомендаций по области применения вторичных материалов;
- разработка технологических регламентов по переработке строительных отходов.

Методы построения базисных решений системы управления строительными отходами предусматривают решение двух основных задач – оценка фактического уровня системы и ее подсистем и определение состояния системы и подсистем по прогнозируемым временным периодам.

Для решения указанных задач предварительно сведем в единую форму (табл. 1) по всем подсистемам мероприятия и работы обозначив их как факторы  $P_{ij}$  ( $i$  – индекс подсистем,  $i = \overline{1, 4}$ );

$i = 1$  – подсистема организационно-техническая;

$i = 2$  – подсистема сбора и сортировки строительных отходов;

$i = 3$  – подсистема контейнеризации, пакетирования и транспортирования;

$i = 4$  – подсистема переработки строительных отходов;

$j$  – индекс фактора в подсистеме,  $j = \overline{1, m}$ .

Таблица 1

Структура факторов системы управления строительными отходами

Шифр подсистемы	Наименование подсистемы	Наименование фактора	Шифр фактора
$i = 1$	Организационно-техническая под-готовка (ОТП) $P_1$	Составление и корректировка номенклатуры строительных отходов	$P_{11}$
		Выработка единых требований по обращению с отходами	$P_{12}$
		Формирование единого терминологического словаря	$P_{13}$
		Разработка эталонов технологических регламентов	$P_{14}$
		Создание и введение банка данных строительных отходов	$P_{15}$
		Унификация форм документов	$P_{16}$
		Разработка единых требований к организационно-технологической документации	$P_{17}$
		Создание пакета технической и ценовой политики	$P_{18}$
		Прогноз объемов образования отходов.	$P_{19}$
		Прогноз объемов переработки отходов и получения вторичного продукта	$P_{110}$
		Прогноз объемов захоронения отходов	$P_{111}$

$i = 2$	Сбор и сортировка отходов (ССО) $P_2$	Разработка решений по сбору строительных отходов	$P_{21}$
		Организация сортировки отходов по виду материалов	$P_{22}$
		Разработка решений по складированию строительных отходов	$P_{23}$
		Выполнение требований по безопасности труда	$P_{24}$
		Организация надзора и контроля за процессом сбора и сортировки отходов	$P_{25}$
$i = 3$	Контейнеризация, пакетирование и транспортирование (КПТ), $P_3$	Унификация специализированных контейнеров и средств пакетирования для доставки строительных отходов.	$P_{31}$
		Разработка схем доставки строительных отходов для различных районов.	$P_{32}$
		Разработка технологических карт загрузки и разгрузки транспортных средств.	$P_{33}$
		Организация надзора за процессом загрузки, доставки и разгрузки строительных грузов.	$P_{34}$
		Разработка саморазгружающихся платформ	$P_{35}$
$i = 4$	Переработка и получение вторичных ресурсов (ПВР), $P_4$	Оценка технического уровня производств по переработке отходов	$P_{41}$
		Отбор прогрессивных технологий переработки строительных отходов	$P_{42}$
		Проведение НИОКР по разработке новых технологий переработки строительных грузов	$P_{43}$
		Разработка требований к технологическому оборудованию	$P_{44}$
		Разработка рекомендаций по области применения вторичных материалов	$P_{45}$
		Разработка технологических регламентов по переработке строительных отходов	$P_{46}$

Постановка задачи: найти такие значения факторов для каждой подсистемы системы управления строительными отходами, чтобы критерий суммарных затрат достигал минимума, т. е. :

$$C = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q(P_{ij}),$$

где:  $Q(P_{ij})$  – уровень затрат  $P_j$  фактора  $i$ -й подсистемы;

$P_i$  – значение  $j$ -го фактора  $i$ -й подсистемы.

Количество факторов в подсистемах составляет

$$P_{1j} = \{P_{11}, P_{12}, P_{13}, \dots, P_{111}\}$$

$$P_{2j} = \{P_{21}, P_{22}, P_{23}, P_{24}, P_{25}\}$$

$$P_{3j} = \{P_{31}, P_{32}, P_{33}, P_{34}, P_{35}\}$$

$$P_{4j} = \{P_{41}, P_{42}, P_{43}, P_{44}, P_{45}, P_{46}\}$$

Принимаем следующие допущения:

1. Все подсистемы равнозначны и каждая из них имеет коэффициент значимости

$$L = \frac{1}{4} = 0,25.$$

2. Значения факторов каждой подсистемы устанавливаются экспертным путем. Максимальное значение каждого фактора равно:

$$\min P_{ij} = 0 \leq P_{ij} \leq \max P_{ij} = 1.$$

3. Максимальное значение адаптивности принимается:

для системы в целом  $A = 10$

для подсистем

$$A_i = \frac{L \cdot \beta \cdot \sum_{j=1}^m P_{ij}}{\max \sum_{j=1}^m P_{ij}},$$

$$\text{где: } \beta = \frac{\max A_i \cdot \max \sum_{j=1}^m P_{ij}}{L \cdot \max \sum_{j=1}^m P_{ij}} = \frac{\max A_i}{L} = 10 \quad \max A_i = \frac{P}{4} = 2,5;$$

Значения  $A_i$  равняются:

$$i = 1 \quad A_1 = \frac{0,25 \cdot 10 \cdot 11}{11} = 2,5$$

$$i = 2 \quad A_2 = \frac{0,25 \cdot 10 \cdot 5}{5} = 2,5$$

$$i = 3 \quad A_3 = \frac{0,25 \cdot 10 \cdot 5}{5} = 2,5$$

$$i = 4 \quad A_4 = \frac{0,25 \cdot 10 \cdot 6}{6} = 2,5$$

4. Максимальное суммарное количество факторов составляет:

$$\begin{array}{ll} i = 1 & P_1 = 11 \\ i = 2 & P_2 = 5 \\ i = 3 & P_3 = 5 \\ i = 4 & P_4 = 6 \end{array}$$

5. Стоимостные удельные показатели определяются следующим образом:

Для  $i = 1$  показатели можно представить в виде линейной зависимости

$$Q(P_1) = Q(P_0) + \psi \cdot Q(P_1),$$

где:  $Q(P_0)$  – единовременные затраты на разработку форм, их унификацию, составление единой номенклатуры и др.;

$Q(P_1)$  – текущие затраты на совершенствование и поддержание организационно-технической подсистемы (сбор текущей информации, введение банка данных и др.).

Для  $i = 2$  удельные стоимостные показатели определяются через линейную зависимость

$$Q(P_2) = a + v \cdot Q(P_2^v),$$

где:  $Q(P_2^v)$  – затраты, изменяющиеся в зависимости от объема сбора и сортировки строительных отходов.

Для  $i = 3$  суммарный показатель будет включать две составляющие:

$$Q(P_3) = Q^1(P_3) + Q^2(P_3);$$

$$Q^1(P_3) = c + d \cdot Q^1(P_3^v);$$

$$Q^2(P_3) = 0,2429 + 0,798 \cdot l - 0,0001l^2,$$

где:  $Q^1(P_3)$  – затраты на контейнеризацию и пакетирование строительных отходов, изменяющиеся в зависимости от их объема;

$Q^2(P_3)$  – затраты на транспортирование строительных отходов;

$l$  – расстояние транспортирования, км.

Для  $i = 4$  имеется набор удельных затрат, которые изменяются в широком диапазоне в зависимости от вида отходов, степени их загрязнения, размера фракций и др. и в принципе могут также описываться линейной зависимостью вида:

$$(P_4) = e + u \cdot Q(P_4^v),$$

где:  $Q(P_4^y)$  – затраты на переработку объема  $v$ .

Экспертные значения показателей по временным периодам 1995 – 2015 гг. сведены в таблицу 2.

Таблица 2

## Показатели факторов по временным периодам

Шифр подсистемы	Шифр фактора	Показатели факторов по годам				
		1995	2000	2005	2010	2015
$i = 1$	P <sub>11</sub>	0,2	0,2	0,7	0,8	0,9
	P <sub>12</sub>	0,1	0,1	0,6	0,7	0,8
	P <sub>13</sub>	0,2	0,2	0,5	0,7	0,8
	P <sub>14</sub>	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7
	P <sub>15</sub>	0,1	0,3	0,4	0,6	0,9
	P <sub>16</sub>	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8
	P <sub>17</sub>	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9
	P <sub>18</sub>	0,1	0,4	0,6	0,7	0,8
	P <sub>19</sub>	0,1	0,3	0,7	0,9	0,9
	P <sub>10</sub>	0,1	0,3	0,7	0,9	0,9
	P <sub>111</sub>	0,1	0,3	0,7	0,9	0,9
	$i = 2$	P <sub>21</sub>	0,2	0,3	0,4	0,6
P <sub>22</sub>		0,3	0,4	0,4	0,6	0,8
P <sub>23</sub>		0,2	0,3	0,4	0,6	0,8
P <sub>24</sub>		0,3	0,4	0,8	0,8	0,9
P <sub>25</sub>		0,1	0,2	0,3	0,5	0,9
$i = 3$	P <sub>31</sub>	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7
	P <sub>32</sub>	0,1	0,3	0,5	0,6	0,9
	P <sub>33</sub>	0,1	0,3	0,4	0,5	0,8
	P <sub>34</sub>	0,1	0,2	0,3	0,5	0,9
	P <sub>35</sub>	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7
$i = 4$	P <sub>41</sub>	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9
	P <sub>42</sub>	0,2	0,2	0,3	0,4	0,8
	P <sub>43</sub>	0,3	0,3	0,3	0,5	0,7
	P <sub>44</sub>	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9
	P <sub>45</sub>	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9
	P <sub>46</sub>	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8

Показатели адаптивности подсистем и системы в целом рассчитаны для каждого временного периода для условий г. Москвы (табл. 3) и представлены на рисунках 2 и 3.

Таблица 3

## Показатели адаптивности системы управления строительными отходами

Шифр показателя	Показатели адаптивности по временным периодам				
	1995 t = 1	2000 t = 2	2005 t = 3	2010 t = 4	2015 t = 5
A <sub>1</sub>	0,41	0,73	1,45	1,86	2,11
A <sub>2</sub>	0,55	0,80	1,15	1,55	2,10
A <sub>3</sub>	0,45	0,70	1,0	1,35	2,00
A <sub>4</sub>	0,67	0,83	1,0	1,46	2,08
A	2,08	3,06	4,60	6,22	8,29

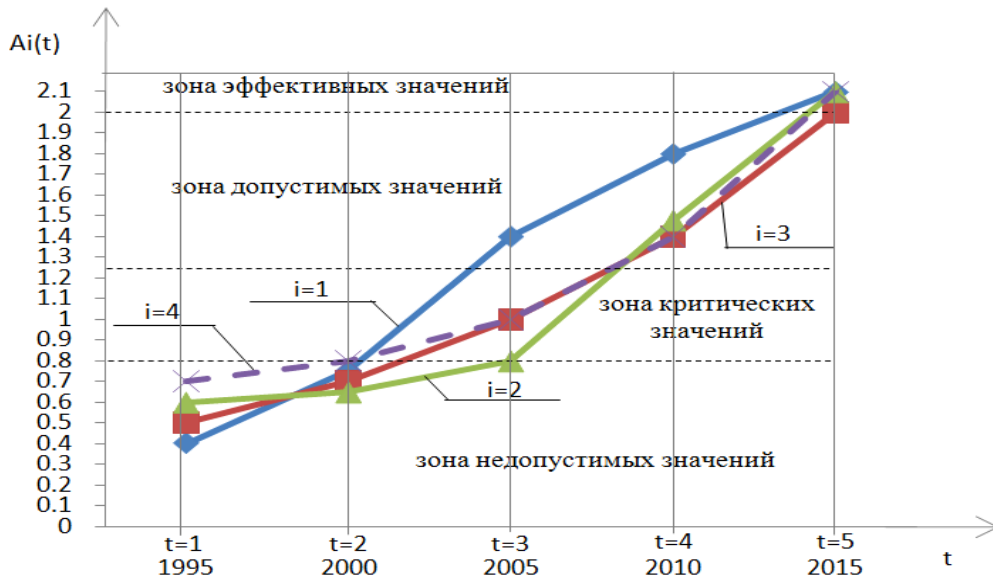


Рис. 2. Изменения показателя адаптивности во времени для каждой подсистемы

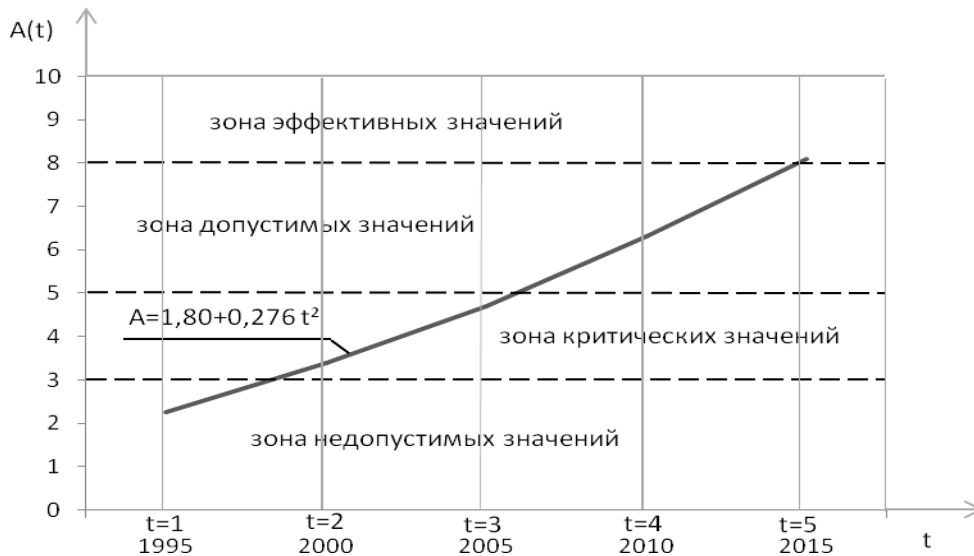


Рис. 3. Изменения показателя адаптивности во времени для системы управления строительными отходами

Приведенный анализ позволил установить соответствующие резервы развития системы и ее подсистем (по показателю адаптивности) на весь рассматриваемый период 1995 – 2015 гг. (табл. 4).

Таблица 4

Резервы развития системы и ее подсистем на 1995 – 2015 гг.

Шифр показателя	Показатели резервов				
	1995 t = 1	2000 t = 2	2005 t = 3	2010 t = 4	2015 t = 5
A <sub>1</sub>	2,09	1,77	1,05	0,64	0,39
A <sub>2</sub>	1,95	1,70	1,35	0,95	0,40
A <sub>3</sub>	2,05	1,80	1,50	1,15	0,50
A <sub>4</sub>	1,83	1,67	1,50	1,04	0,42
A	7,92	6,94	5,40	3,78	1,71



Так резервы развития системы управления строительными отходами составляют от 79,2 % в 1995 г. до 27,1 % 2015 г., а подсистем – от 83,65 в 1995 г. до 3,9 % в 2015 г.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства Москвы № 469-ПП от 25 июня 2002 г. «О порядке обращения с отходами строительства и сноса в г. Москве». – М., 2002.
2. ГОСТ 30775-2001. Ресурсосбережения. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения. – М., 2001.
3. **Олейник П. П.** Организация системы переработки строительных отходов / П. П. Олейник, С. П. Олейник / Монография. – М. : МГСУ, 2009. – 251 с.
4. **Олейник С. П.** Единая система переработки строительных отходов / С. П. Олейник. – М. : Изд-во СВР-АРГУС, 2006.
5. **Колосков В.Н.** Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования / В. Н. Колосков, П. П. Олейник, А. Ф. Тихонов. – М. : Изд-во АСВ, 2004.
6. **Аврамчук Е. Ф.** Технология системного моделирования / Е. Ф. Аврамчук, А. А. Вавилов и др. – М. : Машиностроение, 1988.

### УДК 519.6

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЗГОРАНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В КОРПУСЕ РАКЕТЫ

*Н. Н. Беляев\**, д. т. н., проф., *А. В. Берлов\*\**, инж., *А. И. Губин\*\**, к. т. н.

*\* Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна*

*\*\* Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара*

**Ключевые слова:** процесс возгорания, твердое ракетное топливо, математическое моделирование, аварийная ситуация

**Постановка проблемы.** На территории Павлоградского химического завода (ПХЗ) хранится твердое ракетное топливо (ТРТ) ракетной системы РС-22 (рис. 1), которое представляет собой угрозу экологической безопасности региона, поскольку в случае техногенной аварии в атмосферу поступит огромное количество токсичных веществ. Спецификой размещения топлива на складах является то, что корпуса, содержащие топливо, размещаются вблизи друг друга (рис. 2). Это значит, что в случае чрезвычайной ситуации, при которой возможно возгорание одного топливного блока, огонь перекинется на соседние топливные блоки. В связи с этим возникает важная проблема по прогнозу возгорания близлежащих топливных блоков в случае развития аварийной ситуации по типу «эффект домино».

**Анализ публикаций.** Наличие ТРТ на территории Павлоградского химического завода создает угрозу интенсивного загрязнения окружающей среды при чрезвычайной ситуации на объекте [1; 5]. Возгорание топлива, находящегося на хранении, возможно в случае внешнего воздействия (теракт, авария). Большой практический интерес представляет прогноз возможного загрязнения атмосферы и масштаба поражения при горении данного топлива, а также, определение риска возгорания твердого топлива в хранилище [1; 5; 8].

**Цель статьи.** Совершенно очевидно, что прогноз возгорания близлежащих топливных блоков в случае развития аварийной ситуации по типу «эффект домино» может быть достаточно быстро выполнен с помощью метода математического моделирования. Поэтому цель данной работы заключалась в разработке математической модели для оценки времени возгорания соседних блоков с твердым ракетным топливом, если произошло инициированное возгорание первого блока с топливом.