

УДК 691

**Лунев Георгий Георгиевич**

Академия инженерных наук им. А.М. Прохорова  
Россия, Москва<sup>1</sup>

Чл.- корр., ученый секретарь научного Отделения биологических,  
экологических и технологических проблем устойчивого развития АИН  
НОУ ВПО «Московская академия экономики и права»  
Доцент кафедры «Менеджмент и маркетинг»  
Кандидат экономических наук  
E-Mail: [spezstr@yandex.ru](mailto:spezstr@yandex.ru)

**Костецкий Николай Филиппович**

ФБНУ «Институт макроэкономических исследований»  
Россия, Москва

Доктор экономических наук, профессор  
Главный научный сотрудник  
E-Mail: [TARLEN07@mail.ru](mailto:TARLEN07@mail.ru)

## **Методологические основы комплексного использования вторичных строительных ресурсов**

**Аннотация:** В статье рассмотрены вопросы методологии комплексного использования вторичных строительных ресурсов (ВСР) в контексте обеспечения устойчивого развития регионов. Основной методологический подход к комплексному использованию ВСР состоит в том, что их переработку следует начинать не на стадии образования и сбора, а на всех этапах от принятия решения о начале реконструкции объекта до этапа захоронения не перерабатываемых отходов на базах-полигонах. В основе комплексного подхода предусматривается минимизация объемов образования отходов на всех этапах жизненного цикла продукта. Концептуальная модель системы комплексного использования вторичных строительных ресурсов (СКИ ВСР) состоит в том, что процесс обращения с ВСР рассматривается как сложная динамическая система, состоящая из нескольких подсистем, которые представляют собой единое целое и находятся в постоянной взаимной связи между собой. Методология повышения эффективности комплексного использования вторичных строительных ресурсов представлена в виде алгоритма, который определяет последовательность действий в регионе и на конкретных перерабатывающих предприятиях в реальных условиях. Предлагается расчет общего эффекта от использования ВСР проводить в материальной, социальной, экологической и научно-технической сферах по вариантам с использованием количественных показателей, которые для полноты анализа следует дополнить расчетом качественных показателей.

**Ключевые слова:** Вторичные строительные ресурсы (ВСР); методология использования ВСР; рециклинг; строительно-демонтажные работы; ресурсосбережение; твердые бытовые отходы; устойчивое развитие; строительные отходы; эффективность.

Идентификационный номер статьи в журнале 42TVN114

---

<sup>1</sup> 123557 г. Москва, Пресненский вал, д.19, АИН.

**Georgiy Lunev**  
NOU VPO IAE  
Russia, Moscow  
E-Mail: [spezstr@yandex.ru](mailto:spezstr@yandex.ru)

**Nikolay Kosteckiy**  
FBO «Institute of macroeconomic researches»  
Russia, Moscow  
E-Mail: [TARLEN07@mail.ru](mailto:TARLEN07@mail.ru)

## Methodological bases of complex use of building resources

**Abstract:** The article considers the issues of methodology complex use of secondary building resources (SBR) in the context of regional sustainable development. The main methodological approach to the integrated use of SBR is that recycling should not begin at the stage of education and data collection, and at all stages of the decision on the beginning of reconstruction of the object to the stage of rest waste disposal on the bases, firing ranges. In an integrated approach provides for waste minimisation at all stages of the product life cycle. The conceptual model of the system of complex use of secondary building resources (SCU SBR ) is that the process of SBR is considered as complex dynamic system consisting of several subsystems, which are indivisible and are in constant mutual ties. Methodology of increase of efficiency of complex use of secondary construction resources presents an algorithm that determines the order of action in the region and the specific processing enterprises in the real world. The calculation of the total benefits from the use of SBR conduct material, social, ecological and scientific-technical spheres of options in using quantitative indicators, which for a complete analysis should be complemented by the calculation of qualitative indicators.

**Keywords:** Secondary building resources (SBR); methodology of use of SBR; recycling; construction and demolition work; resource conservation; solidwaste; sustainable development; construction waste; efficiency.

Identification number of article 42TVN114

В последнее время происходит заметное повышение роли вторичных ресурсов в экономике развитых промышленных стран. В основе этого процесса лежат глубокие перемены в мировой экономике, связанные с возрастающими трудностями в обеспечении промышленности первичными минеральными сырьевыми материалами и существенный прогресс в области создания эффективных технологий по переработке промышленных, строительных и городских отходов. Использование, переработка и утилизация всех ценных отходов в качестве вторичных ресурсов, превращается в одну из главных социально-экономических, экологических и технико-технологических проблем развития общественного производства в современном мире. Использование отходов техногенного происхождения которые не могут быть сразу использованы по прямому назначению, но потенциально пригодные для повторного использования в качестве вторичных материальных ресурсов является достаточно актуальным в настоящее время при решении вопросов устойчивого развития промышленности, определения политики сбережения материалов и уменьшения энергетических затрат, а также обеспечения экологической и социальной безопасности регионов. По оценкам ученых-экономистов, объем использования вторичного сырья в производстве, можно довести до 10...15 % от общей потребности мирового производства в сырьевых ресурсах. Политика более рационального использования энергии и материалов все теснее увязывается с другими направлениями научно-технического прогресса и, прежде всего, с созданием и внедрением более эффективных технологических процессов получения и комплексной переработки вторичного сырья и материалов<sup>2</sup>. Разрабатываются менее материалоемкие и энергоемкие промышленные изделия, прецизионные полуфабрикаты, способствующие сокращению отходов и снижению удельных норм потребления материалов и энергии в конечном продукте. Ведутся исследования по использованию вторичных ресурсов для получения альтернативных источников энергии. Одним из направлений повышения экономической эффективности производства за счет использования интенсивных факторов, позволяющих увеличить объем национального дохода с минимальными капитальными вложениями, является снижение материальных затрат в общей себестоимости создания конечного продукта. В этом направлении следует выделить переработку вторичного сырья и отходов производства различных отраслей народного хозяйства с целью замены первичного сырья и материалов, необходимых для производства продукции, сырьем и материалами, изготовленными из вторичных ресурсов. При таком подходе предусматривается минимизация объемов образования отходов на всех этапах жизненного цикла продукта – при проектировании, производстве, эксплуатации, переработке, утилизации, хранении отходов от их использования. Вследствие реализации указанной стратегии, материальные и энергетические ресурсы, не аккумулированные в целевом продукте, аккумулируются преимущественно в виде дополнительной продукции – сырье и энергии, которые вторично используются в процессе рециклинга в собственном производстве или реализуются на рынках вторичных ресурсов.

Строительные отходы образуются в процессе строительно-демонтажных работ при реконструкции, техническом перевооружении и капитальном ремонте различных промышленных объектов и объектов ЖКХ, а также специальных сооружений. Данные виды строительных отходов после определенной переработки могут быть использованы в качестве вторичных строительных ресурсов (ВСР). Вторичные строительные ресурсы – материальные накопления сырья, веществ, материалов и продукции, представляющие собой совокупный продукт производства строительно-демонтажных работ<sup>3</sup> в процессе реконструкции,

---

2        Матросов А.С. Управление отходами. М.: Гардарики, 1999.

3        Лунев Г.Г. Экономика, организация и управление демонтажными работами в строительстве. М.: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2011, 200с.

техническом перевооружении, полном сносе морально и физически устаревших объектов, жилых зданий и сооружений, а также новом строительстве и производстве строительных материалов, для которых существует возможность использования как по прямому назначению, так и потенциальная после повторной переработки в качестве сырья, материалов, полуфабрикатов, конструкций, изделий в новом строительстве, прерабатывающей промышленности и получения энергии. Практические исследования и опыт использования материалов, полученных после комплексной переработки конструкционных ВСП, говорит о том, что затраты на реконструкцию сложных промышленных объектов за счет их использования можно снизить на 10...12 %. Кроме чисто экономических выгод, связанных с уменьшением материальных и энергетических затрат при производстве продукции, использование ВСП сберегает сырьевые природные ресурсы, снижает объемы утилизируемых строительных отходов, улучшает экологическую обстановку за счет снижения количества отходов, подлежащих захоронению. Примеров разового использования демонтируемых строительных конструкций при реконструкции объектов народного хозяйства можно привести много, однако должного развития это направление повышения эффективности строительно-монтажного производства до настоящего времени не получило. Основное внимание обращается на технико-технологические проблемы переработки отдельных видов, например, бетонных и железобетонных строительных отходов. Различные аспекты использования вторичных строительных ресурсов исследованы в работах многих отечественных и зарубежных ученых-экономистов. Ими определены источники образования, структура строительных отходов, предложена классификация строительных отходов<sup>4</sup>. Разработаны методические подходы к определению показателей эффективности использования ВСП, установлена связь между повышением эффективности использования ВСП и улучшением эффективности функционирования перерабатывающих и строительно-монтажных организаций строительного комплекса. Определены зависимости между повышением уровня переработки строительных отходов и улучшением экологической и социальной обстановки в регионе, развитием научно-технического прогресса. В то же время недостаточно полно установлены методологические, организационно-экономические и технико-технологические основы оценки и формирования системы управления и прогнозирования рынка на всех этапах комплексного использования и переработки вторичных строительных ресурсов.

Несмотря на эффективность отдельных исследований и применения технологий по переработке некоторых видов строительных отходов, управление их переработкой на заключительном этапе образования является бесперспективным направлением<sup>5</sup> в целом с экономической, природоохранной, производственной и социальной точек зрения. Такая ситуация объясняется тем, что суммарные затраты на переработку уже образовавшихся отходов, не окупаются доходами от реализации конечной продукции после приведения отходов в кондиционное состояние, т.к. остальные операции на этом отрезке жизненного цикла продукции являются однозначно затратными. В результате действия перечисленных факторов управление "на конце трубы" практически не приводит к экономическому эффекту от снижения объемов потребления первичных природных ресурсов и увеличения объема использования вторичных ресурсов, вовлекаемых в производственную деятельность. Это значит, что не решается основная цель данного процесса – уменьшение материалоемкости единицы валового национального продукта и сохранение природных ресурсов. Основной методологический подход к комплексному использованию ВСП состоит в том, что их

---

4 С.П. Олейник. Единая система переработки строительных отходов. - М.: СвР-АРГУС, 2006, 336с.

5 О.В. Падалко. ISWA-лидер, партнер, информбюро. Твердые бытовые отходы. № 6. 2013. с. 14-18.

переработку следует начинать не на стадии образования и сбора, а на всех этапах от принятия решения о начале реконструкции объекта до этапа захоронения не перерабатываемых отходов на базах-полигонах.

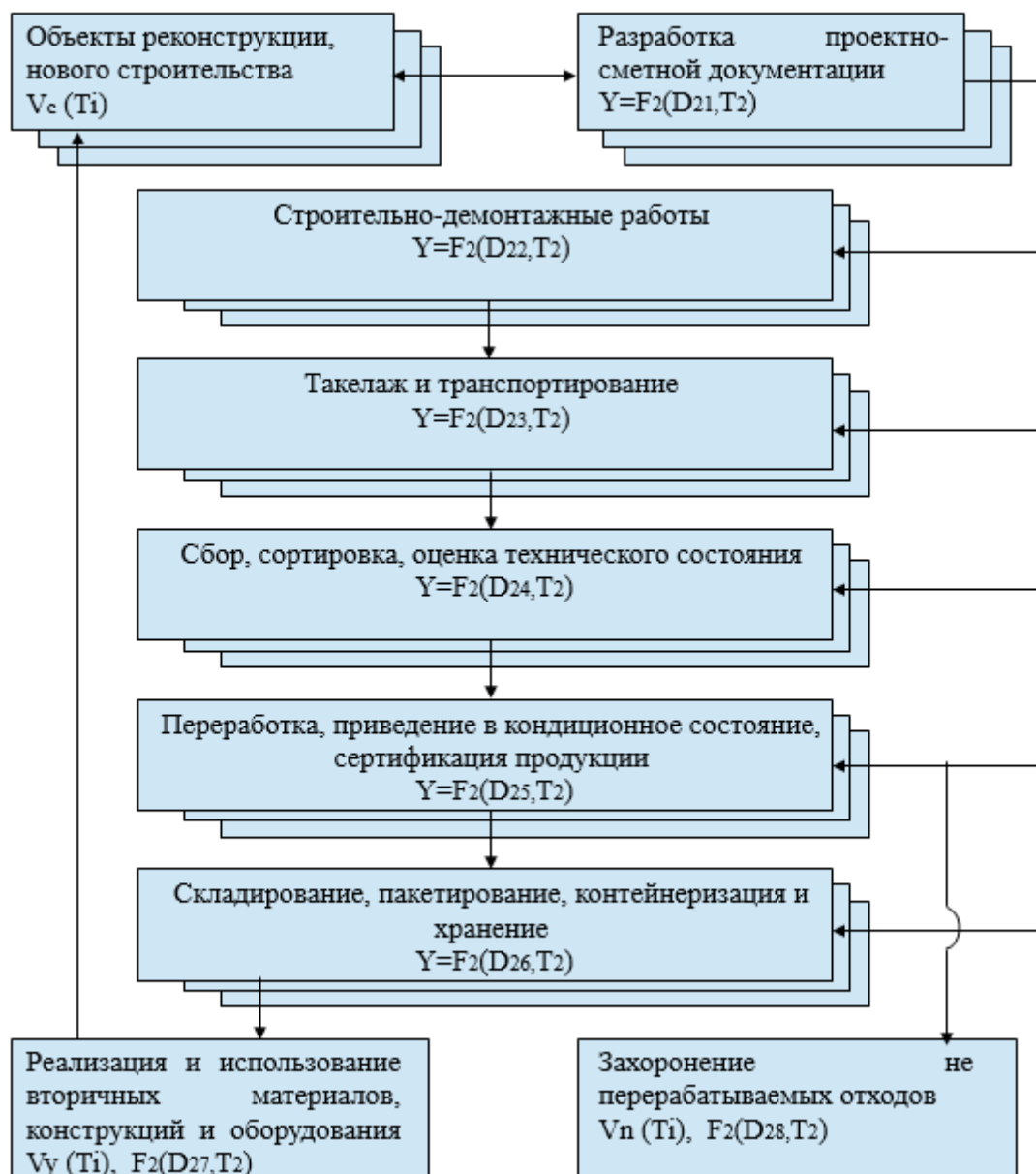
В промышленно развитых странах переработка отходов и применение отдельных видов вторичных строительных ресурсов являются отлаженной технологической индустрией. Строительные отходы используются при производстве щебня, кирпича, бетонных и железобетонных конструкций, материалов при строительстве дорог, площадок, в качестве засыпного материала, строительных полуфабрикатов и готовых изделий. В США в последние годы вторичные материалы составляют примерно 50% потребления черных металлов, более 40% меди и никеля, около 30% – олова и титана, 24...28% – алюминия и бумаги. В Германии, Франции США, Японии, и Италии постоянно совершенствуется законодательная база и система стимулирования создания мощностей по переработке и утилизации отходов, сформированы рынки вторичных строительных ресурсов. В большинстве развитых стран созданы экономические условия, когда переработка строительных отходов выгоднее, чем их вывоз и захоронение на базах-полигонах.

До последнего времени в России перерабатывалось не более 15% от общего объема строительных отходов. Реализация стратегии ресурсосбережения в строительном комплексе России определяется увеличением доли рециклинга ВСП, т.е. возвращения их основной части, после определенной переработки, в качестве материальных ресурсов при реконструкции и модернизации действующих производств, строительстве новых объектов, в производстве строительных материалов и полуфабрикатов, а также как исходного сырья для других отраслей промышленности, например, металлургической, машиностроительной, предприятий малого бизнеса и производства товаров народного потребления.

Концептуальная модель системы комплексного использования вторичных строительных ресурсов (СКИ ВСП) состоит в том, что процесс обращения с ВСП рассматривается<sup>6</sup> как сложная динамическая система, состоящая из нескольких подсистем, которые представляют собой единое целое и находятся в постоянной взаимной связи между собой. В следствие этой связи сложность рассматриваемой системы заключается в ее многоаспектности и многовариантности конечных решений на всех этапах рециклинга, а динамический характер обусловлен необходимостью учета постоянно изменяющихся во времени пространственных и ресурсных факторов (рис. 1).

---

6 Олейник П.П. Организация строительного производства: Научное издание.- М.: Издательство АСВ, 2010.-576 с.



**Рис. 1.** Графическая схема этапов комплексного использования вторичных строительных ресурсов

В данном случае состояние каждой из подсистем может быть представлено как:

$$Y_{ij} = F_i (Q_{ij}, T_i),$$

где  $Y_{ij}$  - состояние  $i$ -ой подсистемы;  $Q_{ij}$  - влияющий  $j$ -ый фактор  $i$ -ой подсистемы;  $T_i$  - временной период  $j$ -ого фактора;  $i = 1, 2, 3 - n$ ;  $j = 1, 2, 3 - m$ .

В соответствии с схемой на рис. 1 весь объем перерабатываемых строительных отходов  $V(T)$  делится на два потока: один из которых  $V_y(T)$  перерабатывается и используется в качестве вторичного сырья, материалов, полуфабрикатов, конструкций, оборудования и др. в новом строительстве  $V_c(T)$ , а вторая, неперерабатываемая часть  $V_n(T)$  направляется на захоронение на базы-полигоны.

Таким образом,

$$V(T) - V_y(T) = V_n(T) \geq 0$$

В качестве основных подсистем в исследовании приняты следующие: экономическая (W1j), производственно-техническая (D2j), организационно-технологическая (H3j), нормативно-законодательная (Z4j).

Таким образом, концептуальная модель комплексной системы использования вторичных строительных ресурсов может быть выражена в виде следующих уравнений связи:

$$Y = F \begin{cases} W1j = (W11, W12, W13 \dots\dots W112, T1) \\ D2j = (D21, D22, D23 \dots\dots D213, T2) \\ H3j = (H31, H32, H33 \dots\dots H317, T3) \end{cases}$$

В результате функционирования системы комплексного использования вторичных строительных ресурсов<sup>7</sup> образуется экономический эффект в сфере материального производства, экологический, социальный и научно-технический эффект, который способствует устойчивому развитию регионов. Практическая реализация СКИ ВСП может быть осуществлена путем организации рынка вторичных строительных ресурсов, развития региональных предприятий по переработке ВСП и создания отрасли по переработке вторичных строительных ресурсов. Методологические основы по повышению эффективности использования вторичных строительных ресурсов представлены в виде алгоритма, который представляет собой последовательность действий на всех этапах инновационной деятельности: от стадии разработки технико-экономического проекта до внедрения в регионе и на конкретных перерабатывающих предприятиях в реальных условиях. Структура алгоритма состоит из 5 взаимосвязанных блоков и представлена в виде графической блок-схемы (рис. 2).

**I блок. Постановка проблемы образования, сбора, сортировки, транспортировки, переработки и утилизации ВСП.** В данном блоке проводится анализ сущности и предпосылок использования вторичных ресурсов, зарубежного и отечественного опытов использования вторичных строительных ресурсов, определяются основные факторы, влияющие на эффективность их переработки, ставится проблема комплексного использования ВСП и определяются основные направления ее решения.

**II блок. Определение и анализ основных этапов и структуры технологического цикла комплексного использования ВСП.** При этом рассматриваются источники и структура образования ВСП, разрабатывается классификация вторичных строительных ресурсов, проводится анализ этапов цикла переработки ВСП и разрабатываются пути повышения эффективности их использования на каждом этапе.

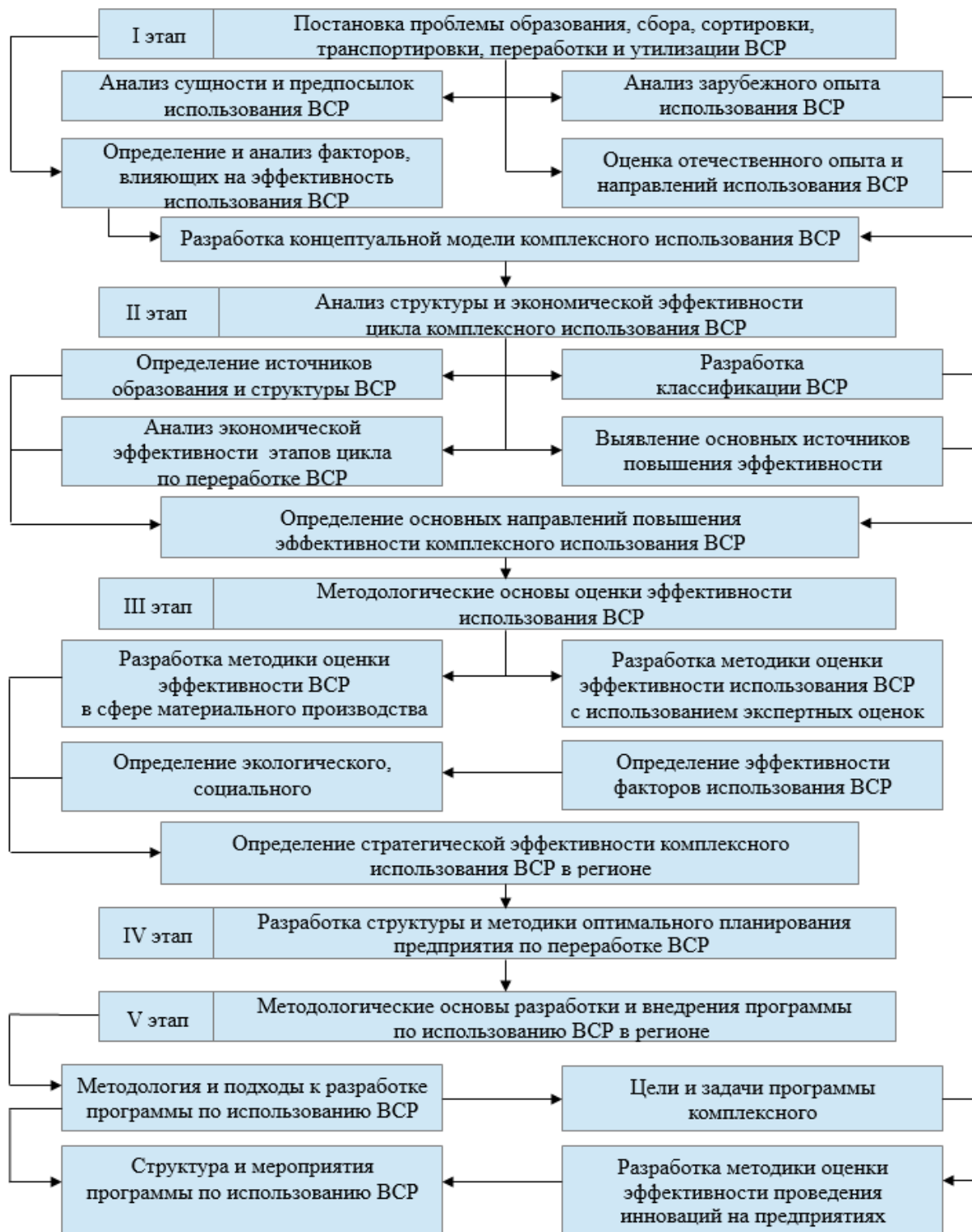
**III блок. Методологические основы оценки эффективности использования ВСП.** На данном этапе разрабатываются методики оценки эффективности использования ВСП в сфере материального производства с использованием количественных показателей, а также экспертных методов для оценки вариантов переработки ВСП в социальной, научно-технической и социальной сферах.

**IV блок. Разработка, целей и задач, а также структуры предприятия по использованию ВСП.** Разрабатывается организационно-производственная структура

7 Титенберг Т. Экономика природопользования и охраны окружающей среды. / Пер. с англ. К.В.Папенова; Под. ред. Думнова и И.М.Потравного.-М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001.-591с.

регионального предприятия по комплексной переработки ВСР и методики планирования его функционирования в рыночных условиях.

**V блок. Методические основы разработки и внедрения программы по использованию ВСР в регионах.** Определяется структура и содержание программы по использованию ВСР в регионе, структура управления программой и перечень сопутствующих мероприятий по ее внедрению.



*Рис. 2. Графическая схема методологической системы повышения эффективности комплексного использования ВСР в регионах*



Анализ структуры и содержания этапов цикла образования и переработки ВСР при реконструкции объектов показывает, что в общем случае экономический эффект предприятия ( $\mathcal{E}_{\text{мпр}}$ ) от использования ВСР в сфере материально-технического производства следует определять посредством сравнения общих затрат на переработку ВСР ( $Z_{\text{общ}}$ ) и дохода предприятия от переработки ВСР ( $R$ ) с учетом стоимости строительно-демонтажных работ, компенсируемых заказчиком ( $V_{\text{сдр}}$ ). В общие затраты включаются затраты на строительно-демонтажные работы ( $Z_{\text{сдр}}$ ), транспортные расходы ( $Z_{\text{тр}}$ ); затраты на приемку и хранение перерабатываемых ВСР ( $Z_{\text{прх}}$ ); затраты на переработку и приведение ВСР в кондиционное состояние ( $Z_{\text{прк}}$ ); затраты на захоронение неперерабатываемых строительных отходов и проведение природоохранных мероприятий ( $Z_{\text{ут.эк}}$ );

$$\mathcal{E}_{\text{мпр}} = V_{\text{сдр}} + R - Z_{\text{общ}} = V_{\text{сдр}} + R - Z_{\text{сдр}} - Z_{\text{прх}} - Z_{\text{тр}} - Z_{\text{прк}} - Z_{\text{ут.эк}}, \quad (1)$$

Экономическое обоснование эффективности использования ВСР предприятиями в сфере материально-технического производства предлагается рассматривать для условий деятельности, как перерабатывающих предприятий, так и строительно-демонтажных организаций – поставщиков ВСР с учетом затрат на строительно-демонтажные работы, переработку, транспортирование и их захоронение.

Для перерабатывающих предприятий затратная составляющая включает в себя расходы предприятия на переработку строительных отходов и затраты на транспортирование и захоронение неперерабатываемой части отходов:

$$Z_1 = (1 - k_1) * (q_{11} + q_{12} + q_{13}) * V_y + q_2 * (V_{\text{п}} + V_y) + q_3 * V_{\text{п}}, \quad (2)$$

где  $Z_1$  – общие затраты перерабатывающего предприятия на переработку ВСР;

$V^*$  – общий объем перерабатываемых строительных отходов;

$V_{\text{п}}$  – объем строительных отходов, направленных на полигоны для захоронения;

$V_y$  – объем строительных отходов, направленных на перерабатывающие предприятия.

$q_{11}$ ,  $q_{12}$ ,  $q_{13}$  – удельные показатели затрат переработки соответственно общестроительных отходов, конструкционных металлосодержающих отходов и технологического оборудования, руб., м<sup>3</sup> (т, един.);

$q_2$  – удельный показатель затрат транспортирования строительных отходов, руб. м<sup>3</sup> (т, един.);

$q_3$  – удельный показатель затрат захоронения неперерабатываемых строительных отходов, руб. м<sup>3</sup> (т, един.);

$k_1$  – коэффициент потерь при переработке строительных отходов ( $k_1=0,02$ );

При этом предприятие за счет приемки и реализации, полученной из переработанных строительных отходов, продукции будет иметь доходную составляющую:

$$\begin{aligned} R_1 &= (q_{42} * k_2 + q_{43} * k_3 + q_{44} * k_4 + q_5 * k_2 + q_6 * k_3 + q_7 * k_4) * V^* \\ &= [(q_{42} + q_5) * k_2 + (q_{43} + q_6) * k_3 + (q_{44} + q_7) * k_4] * V^* \end{aligned} \quad (3)$$

где  $R_1$  – доход предприятия от переработки строительных отходов;

$q_{42}$ ,  $q_{43}$ ,  $q_{44}$  – удельные показатели стоимости приемки на переработку (хранение) соответственно общестроительных отходов, конструкционных металлосодержающих отходов и технологического оборудования, руб., м<sup>3</sup> (т, един.);

$q_5$ ,  $q_6$ ,  $q_7$  – удельные показатели реализации соответственно вторичных общестроительных материалов, доработанных конструкционных материалов и

брикетированного металла, приведенного в кондиционное состояние технологического оборудования, руб., м3 (т, един.);

$k_2, k_3, k_4$  – коэффициенты соответственно долей общестроительных отходов, конструкционных материалов, металла для брикетирования и технологического оборудования в единице объема строительных отходов ( $k_2=0,51; k_3=0,31; k_4=0,18$ ).

Тогда экономический эффект составит:

$$\begin{aligned} \Delta_1 = R_1 - Z_1 = & [(q_{42} + q_5) * k_2 + (q_{43} + q_6) * k_3 + (q_{44} + q_7) * k_4] * V^* - \\ & [(1 - k_1) * (q_{11} + q_{12} + q_{13}) * V_y + q_2 * (V_n + V_y) + q_3 * V_n]. \end{aligned} \quad (4)$$

При расчетных параметрах (табл. 1) получаем  $\Delta_1 = 381 - 247 = 152$  млн.р.

**Таблица 1**

**Данные для расчета показателя  $\Delta_1$**

Показатель	$V_y$	$V_n$	$V^*$	$q_{11}$	$q_{12}$	$q_{13}$	$q_2$	$q_3$	$q_{42}$	$q_{43}$	$q_{44}$
Ед. изм	млн. тонн	млн. тонн	млн. тонн	руб/т	руб/т	руб/т	руб/т	руб/т	руб/т	руб/т	руб/т
Значение	0,13	0,19	0,32	180	1120	2350	120	650	60	280	2700

При определении затрат на переработку и оценке экономической эффективности использования ВСР для строительного-демонтижных организаций следует учитывать дополнительные факторы.

Например, при выборе варианта использования ВСР, полученных в процессе реконструкции ремонтного корпуса вспомогательного производства ОАО «Даниловская мануфактура», выполненного строительного-монтажным предприятием ЗАО «Спецстройкомплект», рассматривались три основных варианта использования ВСР. Экономический эффект по вариантам определялся путем сравнения между собой сопоставимых показателей затрат, при этом вариант с минимальными затратами являлся искомым.

1. Вариант №1 подразумевает, что все строительные отходы  $V^*$  вывозятся на базы-полигоны для захоронения. При этом затраты строительного-демонтижных организаций включают в себя расходы на производство строительного — демонтажных работ, на транспортировку строительных отходов, стоимость размещения неперерабатываемых строительных отходов на базах-полигонах и стоимость приобретения потребных для производства первичных строительных материалов, т.е.

$$\begin{aligned} Z_{12} = & q_0 * k_{01} * V^* + (q_2 + q_3) * V^* + (q_{51} * k_2 + q_{61} * k_3 + q_{71} * k_4) * V_c \\ & = (q_0 * k_{01} + q_2 + q_3 + q_{51} * k_2 + q_{61} * k_3 + q_{71} * k_4) * V^*, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $Z_{12}$  – общие затраты строительного-демонтижных организаций – поставщиков строительных отходов по варианту №1;

$q_0$  – удельный показатель затрат на производство строительного — демонтажных работ, руб., м3 (т, един.);

$q_{51}, q_{61}, q_{71}$  – удельные показатели стоимости потребных в производстве соответственно первичных общестроительных материалов, конструкционных материалов и металла и технологического оборудования, руб., м3 (т, един.).

$V_c$  – объем потребных в производстве общестроительных материалов, конструкционных материалов и металла, технологического оборудования, руб., м3 (т, един.);

$k_{01}$  - коэффициент, учитывающий технологию производства строительно — демонтажных работ без дальнейшего использования строительных отходов, руб., м3 (т, един.),  $k_{01}=0,4$ .

Для сопоставимости данных для расчетов, объем потребных для производства материалов строительно-монтажной организации примем  $V_c = V^*$ , а удельные показатели транспортных расходов приняты одинаковыми по всем вариантам.

2. Вариант № 2 предусматривает, что одна часть строительных отходов направляется на переработку, а другая – на захоронение. Тогда в затраты строительно-демонтажных организаций войдут расходы на производство строительно — демонтажных работ, транспортные расходы, стоимость приемки строительных отходов на переработку, стоимость материалов из ВСП, а также стоимость покупаемых первичных материалов, т. е.

$$Z_{22} = q_0 * k_{02} * V^* + q_2 * (V_{\text{п}} + V_{\text{у}}) + q_3 * V_{\text{п}} + (q_{42} * k_2 + q_{43} * k_3 + q_{44} * k_4) * V_{\text{у}} + (q_5 * k_2 + q_6 * k_3 + q_7 * k_4) * V_{\text{у}} + (q_{51} * k_2 + q_{61} * k_3 + q_{71} * k_4) * V_{\text{п}}, \quad (6)$$

где  $Z_{22}$  – общие затраты строительно-демонтажных организаций – поставщиков строительных отходов.

$k_{02}$  - коэффициент учитывающий технологию производства строительно-демонтажных работ с частичной дальнейшей переработкой строительных отходов, руб., м3 (т, един.),  $k_{02}=0,5$ .

3. Вариант № 3 предусматривает полную переработку строительных отходов. В этом случае затраты строительно-демонтажных организаций будут состоять из следующих компонентов – расходы на производство строительно — демонтажных работ, транспортные расходы, оплата стоимости приемки отходов на переработку, стоимость переработки ВСП и стоимости приобретения вторичных строительных материалов после переработки.

$$Z_{32} = q_0 * k_{03} * V^* + (q_2 + q_{42} * k_2 + q_{43} * k_3 + q_{44} * k_4 + q_5 * k_2 + q_6 * k_3 + q_7 * k_4) * V^* = [q_2 + (q_{42} + q_5) * k_2 + (q_{43} + q_6) * k_3 + (q_{44} + q_7) * k_4] * V^*, \quad (7)$$

где  $Z_{32}$  – общие затраты строительно-демонтажных организаций, которые поставляют строительные отходы.

$k_{03}$  - коэффициент учитывающий технологию производства строительно — демонтажных работ с полной дальнейшей переработкой строительных отходов, руб., м3 (т, един.),  $k_{03}=0,6$ .

При расчетных параметрах (табл.1, 2)  $Z_{12} = 862,1$  млн.руб.  $Z_{22} = 711$  млн.руб.  $Z_{32} = 485,1$  млн.руб.

**Таблица 2**

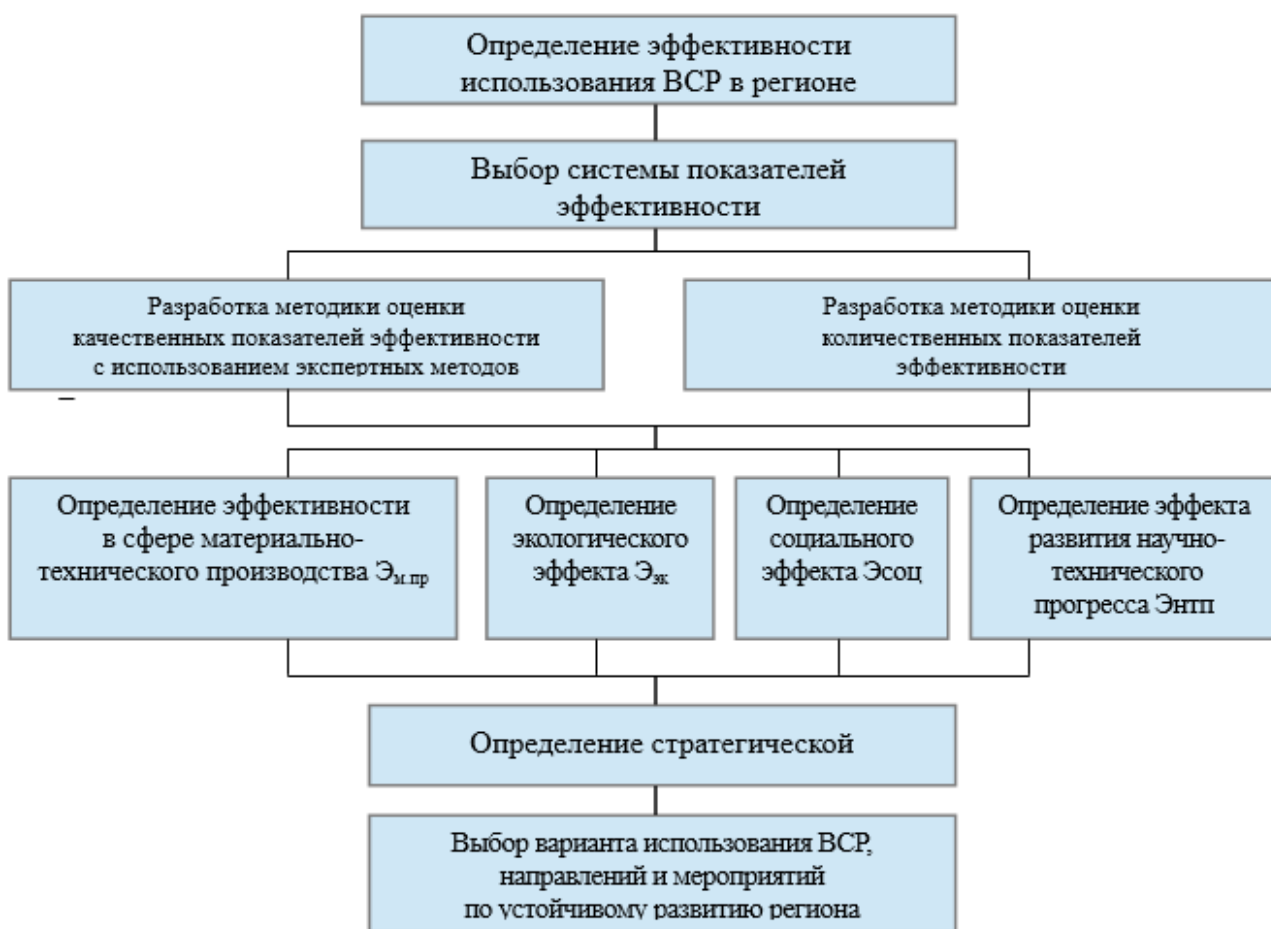
**Данные для расчета показателей  $Z_{12}$ ,  $Z_{22}$ ,  $Z_{32}$**

Показатель	$q_0$	$q_5$	$q_6$	$q_7$	$q_{51}$	$q_{61}$	$q_{71}$
Ед. изм.	руб/т	руб/т	руб/т	руб/т	руб/т	руб/т	руб/т
Значение	250	270	1450	2700	350	2950	5650

Выполненные расчеты по трем рассмотренным вариантам использования ВСП, позволяют сделать следующие выводы.

Наиболее оптимальным вариантом использования строительных отходов является вариант №3, предусматривающий их полную переработку. Экономическая эффективность использования строительных отходов по варианту №3 характеризуется затратами в 1,8 раза меньше, чем по варианту №1 и в 1,5 раза меньше, чем по варианту №2. Практика комплексного использования ВСП перерабатывающими предприятиями такого типа в России и за рубежом показывает, что рентабельность существующих комплексов достигает для общестроительных ВСП – 25%, для конструкционных – 35% при постоянном росте спроса на данный вид услуг.

Предлагается общий экономический эффект от использования ВСП в регионе  $\mathcal{E}_{\text{общ}}$  определять не только в сфере материального производства  $\mathcal{E}_{\text{мвсп}}$ , но и в экологическом  $\mathcal{E}_{\text{эк}}$ , организационно-социальном  $\mathcal{E}_{\text{соц}}$  и научно-техническом  $\mathcal{E}_{\text{нтп}}$  аспектах, а также рассматривать стратегическую эффективность  $\mathcal{E}_{\text{стр}}$  использования ВСП, как одну из составляющих проблемы обеспечения устойчивого развития в регионах. Блок-схема определения эффективности комплексного использования ВСП представлена на рисунке 3.



**Рис. 3.** Блок-схема определения эффективности использования ВСП в регионе

Следует отметить, что получение нормативных и статистических показателей для расчетов затруднительно вследствие отсутствия единой базы данных, учитывающей влияние и связь улучшения переработки и использования ВСП с экономическими показателями

8 Лунев Г.Г. Оценка экономической эффективности комплексного использования вторичных строительных ресурсов. М: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2013, 195с.

развития регионов и предприятий, поэтому одним из решений данной проблемы может быть использование экспертных методов оценок.

В общем виде эффективность от использования ВСР с использованием качественных показателей можно представить в виде комплексного показателя стратегической эффективности<sup>9</sup>, который отражает суммарный результат использования ВСР в сфере материально-технического производства, экологической, социальной и научно-технической областях в регионе и на предприятиях.

Стратегическую эффективность от использования ВСР необходимо рассматривать в качестве фактора, определяющего устойчивое развитие в масштабах страны, региона и предприятий по переработке, использованию и утилизации ВСР за счет сохранения природных ресурсов, улучшения экологического баланса, повышения эффективности производства и создания социально-активной благоприятной обстановки.

$$\text{Эстр} = a_1 * \text{Рмсф} + a_2 * \text{Рэк} + a_3 * \text{Рсоц} + a_4 * \text{Рнтп}, \quad (9)$$

где Рмсф, Рэк, Рсоц, Рнтп - качественные показатели эффективности использования ВСР соответственно в материальной, экологической, социальной и научно-технической сферах;

$a_1, a_2, a_3, a_4$  – коэффициенты весомости качественных показателей эффективности соответственно в материальной, экологической, социальной и научно-технической сферах.

В результате экспертного опроса получено  $a_1=0,5; a_2=0,2; a_3=0,2; a_4=0,1$ .

Анализ факторов, влияющих на комплексное использование вторичных строительных ресурсов в современных условиях<sup>10</sup> позволяет сделать вывод о том, что общепринятый подход к переработке и использованию ВСР предусматривает их подготовку в качестве исходного сырья для предприятий перерабатывающих отраслей промышленности или полную утилизацию на базах-полигонах, а их прямое использование в качестве сырья, материалов, полуфабрикатов и конструкций в строительстве носит разовый и случайный характер. Существующие в настоящее время при реконструкции объектов, технологии и методы по переработке ВСР ориентированы на использование отдельных видов общестроительных материалов: бетона, щебня, камня, строительной арматуры, компонентов полимерных покрытий, металлического лома, а не на комплексное использование всего объема ВСР, получаемого в процессе строительно-демонтажных работ. Российская законодательная база в сфере обращения строительных отходов развита явно недостаточно, т.к. отсутствуют работоспособные правовые механизмы, которые бы сделали переработку и дальнейшее использование продукции из ВСР более выгодными, чем их накопление и просто захоронение на базах-полигонах. В строительстве, как и в других отраслях, при использовании различных материалов требуются сертификаты, подтверждающие их качество, соответствие стандартам СНиП, ТУ и другим требованиям.

Необходимые нормативные документы для продукции, произведенной из вторичных строительных ресурсов, кроме отдельных случаев, в настоящее время не разработаны. Как правило, работы по разборке конструкций здания, демонтажу технологических конструкций и

9 Любарская М. А. Организация обращения со строительными отходами в городах. Спб.: Спб. ГИЭУ, 2004.

10 Прохоцкий Ю.М., Лунев Г.Г. Организационные и экономические проблемы использования вторичных строительных ресурсов при реконструкции объектов недвижимости. Инноватика и экспертиза. М.: ФГУ НИИ РИНКЦЭ, 2010.-Вып. 1(4).- 195 с.

оборудования, подготовке площадки под новое строительство ведут те же самые организации, которые затем осуществляют монтаж новых конструкций и оборудования на объекте. Очевидно, что конечные цели этих двух стадий реконструкции различны, т.к. в первом случае требуется разрушение старого объекта, а во втором – строительство нового объекта, и именно данная цель для инвесторов, заказчиков, строительно-монтажных организаций является приоритетной, оставляя вопрос об использовании ВСП на втором плане. Одной из основных проблем, определяющих стратегию в области природоохранной и производственной деятельности с использованием ВСП, является изменение отношения руководителей и специалистов всех уровней к продуктам жизнедеятельности человечества не как к отходам, требующих только утилизации и захоронения, а как к вторичным ресурсам, использование которых позволит повысить эффективность строительного производств.

Среди дополнительных факторов, определяющих ситуацию с использованием ВСП, необходимо выделить постоянное увеличение объема, сложности и неоднородности материальной структуры ВСП при недостаточном количестве и мощности существующих в регионах производственных предприятий по переработке, утилизации и хранению ВСП. Объем их переработки и использования не превышает 15% от образующегося количества. В последнее время в структуре вторичных строительных ресурсов происходит увеличение количества опасных отходов (до 12% от общего объема), что создает дополнительные экономические, технико-организационные трудности по их переработке и утилизации. С точки зрения оборачиваемости финансовых активов цикл реализации программы по использованию вторичных ресурсов представляет так называемые «длинные деньги». Данная схема предусматривает наличие в организации дополнительных оборотных финансовых резервов и развитие производственной инфраструктуры по хранению, переработке и утилизации ВСП, что достаточно затруднительно в современных условиях.

Проведенный анализ состояния СКИ ВСП позволят определить основные экономические, производственно-техническое, организационно-технологические, нормативно-законодательные направления по повышению эффективности их комплексного использования как на уровне предприятий, работающих в сфере обращения со строительными отходами, так и на региональном уровне.

К направлениям развития экономической подсистемы следует отнести создание экономического механизма, при котором переработка и дальнейшее использование вторичных материалов станет более выгодным, чем их захоронение на базах-полигонах, а также разработку комплекса экономического стимулирования предприятий, перерабатывающих строительные отходы и выпускающих продукцию, качество которой соответствует требованиям нормативных документов.

Повышению эффективности функционирования производственно-технической подсистемы будут способствовать развитие перерабатывающего ВСП производства путем организации дополнительных производственных мощностей для размещения предприятий по переработке и утилизации ВСП, а также перепрофилирования существующих неэффективных предприятий. Одним из направлений является создание предприятий по переработке ВСП на уже существующих (законсервированных) базах-полигонах по хранению не переработанных строительных отходов. Важным аспектом развития производственно-технической подсистемы является организация выпуска отечественного демонтажного, дробильно-сортировочного оборудования. Следует отметить необходимость решения кадровой проблемы за счет организация обучения специалистов строительно-монтажных и перерабатывающих предприятий методам и технологиям, обеспечивающих максимальную сохранность и эффективность практического использования ВСП. На всех этапах использования ВСП требуется осуществлять постоянный контроль за соблюдением

требований экологической безопасности для предприятий, выполняющих строительно-демонтажные работы, переработку, утилизацию ВСП и хранение отходов.

Основой развития организационно-технологической подсистемы составляет реализация комплекса мероприятий по прогнозированию и определению основных источников, объемов, состава, структуры и этапов образования ВСП, выявление и анализ главных причин, препятствующих их более полному и комплексному рециклингу. При этом определяются стратегические направления развития строительного комплекса региона, разрабатываются титульные списки предприятий, подлежащих реконструкции, модернизации, техническому перевооружению и полному сносу в данном регионе, определяются стоимостные и технические параметры, входящих в него конструктивных элементов, перечень и объем вторичных ресурсов, получаемых при разборке данных объектов и создается на этой основе единая компьютерная база данных. Одной из наиболее сложных задач является разработка технологий и способов производства строительно-демонтажных работ, обеспечивающих максимальную сохранность конструкций с целью их дальнейшего использования, а также энергосберегающих, высокопроизводительных технологий и методов переработки ВСП, обеспечивающих максимальную степень приведения конструкций, оборудования и материалов в кондиционное состояние с минимальными затратами.

Для эффективного функционирования СКИ ВСП требуется развитие нормативно-законодательные подсистемы, которая заключается в разработке и совершенствовании нормативно-правового механизма, определяющего обязанности, права, ответственность, всех участников процесса строительства объектов (заказчиков, подрядчиков, государственных структур, инвесторов и др. Важным моментом является подготовка и утверждение в установленном порядке нормативно-технической документации по переработке, использованию и сертификации продукции, полученной из вторичных строительных ресурсов и по их утилизации и хранению. На основе практических исследований необходимо разрабатывать методические рекомендации по использованию и переработке различных ВСП и организовать доведение полученных разработок в доступной для пользователей форме в виде каталогов, технологических карт, стандартов, пособий и др.

На основе определенных направлений развития СКИ ВСП разрабатывается программа на уровне предприятий и региона. Разработка стратегии программы по использованию ВСП в регионе позволяет определить перспективы системы обращения с ВСП на среднесрочную и долгосрочную перспективы, наладить непрерывное информационное обеспечение процесса обращения с вторичными строительными отходами, организовать рынок вторичных строительных ресурсов, повысить обеспечение хозяйственного комплекса региона сырьем, материалами, полуфабрикатами и изделиями, улучшить экологическую обстановку в регионе и прилегающих территориях, снизить социальную напряженность в регионе, обеспечить более полное использование кадрового потенциала. Реализация программы будет способствовать созданию и внедрению на предприятиях единой системы сбора и сортировки различных видов строительных отходов, сокращению производства строительных материалов изделий и продукции, использование которой ведет к безвозвратной потере материалов, или требует длительного захоронения отходов от их переработки, а также разработке и внедрению практических рекомендаций по переработке и использованию ВСП различного вида для населения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Матросов А.С. Управление отходами. М.: Гардарики, 1999.
2. Лунев Г.Г. Экономика, организация и управление демонтажными работами в строительстве. М: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2011, 200с.
3. С.П. Олейник. Единая система переработки строительных отходов. - М.: СвР-АРГУС, 2006, 336с.
4. О.В. Падалко. ISWA-лидер, партнер, информбюро. Твердые бытовые отходы. № 6. 2013. с. 14-18.
5. Олейник П.П. Организация строительного производства: Научное издание.- М.: Издательство АСВ, 2010.-576 с.
6. Титенберг Т. Экономика природопользования и охраны окружающей среды. / Пер. с англ. К.В.Папенова; Под. ред. Думнова и И.М.Потравного.-М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001.-591с.
7. Лунев Г.Г. Оценка экономической эффективности комплексного использования вторичных строительных ресурсов. М: ООО Издательство "Научтехлитиздат", 2013, 195с.
8. Любарская М. А. Организация обращения со строительными отходами в городах. Спб.: Спб. ГИЭУ, 2004.
9. Прохоцкий Ю.М., Лунев Г.Г. Организационные и экономические проблемы использования вторичных строительных ресурсов при реконструкции объектов недвижимости. Инноватика и экспертиза. М.: ФГУ НИИ РИНКЦЭ, 2010.-Вып. 1(4).- 195 с.

: Михайлов Л.М., Доктор экономических наук, профессор, Проректор-директор НОУ ВПО «Московская академия экономики и права».



## REFERENCES

1. Matrosov A.S. Upravlenie othodami. M.: Gardariki, 1999.
2. Lunev G.G. Jekonomika, organizacija i upravlenie demontazhnymi rabotami v stroitel'stve. M: ООО Izdatel'stvo "Naughtehlitizdat", 2011, 200s.
3. S.P. Olejnik. Edinaja sistema pererabotki stroitel'nyh othodov. - M.: SvR-ARGUS, 2006, 336s.
4. O.V. Padalko. ISWA-lider, partner, informbjuro. Tverdye bytovye othody. № 6. 2013. s. 14-18.
5. Olejnik P.P. Organizacija stroitel'nogo proizvodstva: Nauchnoe izdanie.- M.: Izdatel'stvo ASV, 2010.-576 s.
6. Titenberg T. Jekonomika prirodopol'zovanija i ohrany okruzhajushhej sredy. / Per. s angl. K.V.Papenova; Pod. red. Dumnova i I.M.Potravnogo.-M.: OLMA-PRESS, 2001.-591s.
7. Lunev G.G. Ocenka jekonomicheskoj jeffektivnosti kompleksnogo ispol'zovanija vtorichnyh stroitel'nyh resursov. M: ООО Izdatel'stvo "Naughtehlitizdat", 2013, 195s.
8. Ljubarskaja M. A.Organizacija obrashhenija so stroitel'nymi othodami v gorodah. Spb.: Spb. GIJeU, 2004.
9. Prohockij Ju.M., Lunev G.G. Organizacionnye i jekonomicheskie problemy ispol'zovanija vtorichnyh stroitel'nyh resursov pri rekonstrukcii ob#ektov nedvizhimosti. Innovatika i jekspertiza. M.: FGU NII RINKCJe, 2010.-Vyp. 1(4).- 195 s.