



УДК 338.2

О.М. Писарева**ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
РЕЦИКЛИНГА МЕТАЛЛОВ
НА ОСНОВЕ СЦЕНАРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ****О.М. Pisareva****EVALUATION OF DEVELOPMENT PROSPECTS
FOR THE NATIONAL METAL RECYCLING SYSTEM
BASED ON SCENARIO MODELING**

Представлены результаты исследования процессов институциональных и технологических преобразований в секторе утилизации вторичного металлургического сырья. Рассмотрены вопросы создания и тенденций развития национальной системы рециклинга вторичных металлургических ресурсов, идентифицированы проблемы и определены особенности построения и функционирования экономических агентов в сфере утилизации лома и отходов металлов. Приведена структура системы сценарного моделирования развития отрасли, представлены характеристики сценарного пространства и прогнозной оценки среднесрочной динамики развития национальной системы рециклинга вторичных металлургических ресурсов, а также сформулированы задачи разработки стратегии развития национальной системы рециклинга.

СЦЕНАРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ; ПРОГНОЗИРОВАНИЕ; УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ; РЕЦИКЛИНГ МЕТАЛЛОВ; «ЗЕЛЕНАЯ» ЭКОНОМИКА.

The article describes approaches to the predictive evaluation of innovation processes and structural transformation in the recovery sector for secondary metallurgical raw materials in Russia. It is concerned with the issues of establishing and developing the national system of resource recycling from metallurgical wastes. It determines the specific features and identifies the challenges of economic agents dealing with scrap metal recovery. Besides, the article outlines the scenario model of the industry's development, presents the characteristics of the space scenario and the predictive estimate of medium-term dynamics of the technological base and economic activities of metal recycling companies. In conclusion, the article focuses on the strategic objectives for the development of the national recycling system of the secondary metallurgical resources.

SCENARIO MODELING; FORECASTING; SUSTAINABLE DEVELOPMENT; METAL RECYCLING; «GREEN» ECONOMY.

В условиях реализации масштабной программы модернизации промышленности и реструктуризации российской экономики использование вторичных металлургических ресурсов (ВМР) становится существенным резервом повышения эффективности и конкурентоспособности российской экономики. Ключевым условием формирования стратегии устойчивого развития является обеспечение ресурсосбережения и защиты окружающей среды. Разработка и внедрение новых материалов активизирует процессы металлозамещения, не снижая значения металлов в реализации программ социально-экономического

развития. Взаимосвязь процессов ресурсосбережения и проведения инноваций в промышленности задает основные тренды, изменяющие место хозяйственной деятельности по сбору и переработке лома и отходов черных и цветных металлов (ЧЦМ) в экономике, а также характер взаимодействий ее субъектов с экономическим и технологическим окружением.

Вопросы построения инфраструктуры и организации экономики вторичных ресурсов давно и подробно рассматриваются в экономической и специальной литературе. Концептуальные проблемы роли технологий пе-

переработки и использования вторичного сырья (включая лом и отходы металлов) в обеспечении устойчивого экономического развития рассмотрены в [2, 20], задачи оценки и выбора структуры пространственной организации сформулированы в [10, 21], принципы построения системы управления утилизацией отходов определены в [14, 15], состояние и развитие технологических комплексов переработки отходов производства и потребления представлены в [1, 20], оценка рентабельности хозяйственной деятельности по утилизации технически сложной продукции проведена в [12, 16], динамическое моделирование развития системы рециклинга вторичных металлургических ресурсов рассматривалось в [11, 13]. Однако проблемы построения активных прогнозов развития сферы рециклинга в условиях активизации переходных процессов модернизации экономики остаются недостаточно исследованными. Важность и неотложность решения проблем реиндустриализации и ресурсосбережения определяют необходимость анализа перспектив и разработки стратегии развития рециклинга ВМР, инициированной Национальной саморегулируемой организацией переработчиков лома и отходов черных и цветных металлов, утилизации транспортных средств (НП НСРО «РУСЛОМ.КОМ») [3]. В связи с этим сформулирована задача предикативного моделирования оценки среднесрочных перспектив развития сферы сбора и переработки лома и отходов металлов в российской экономике на основе методов сценарного моделирования.

Проведение исследования для получения обоснованных и надежных прогнозных оценок осуществлено в 2013 г. на основе анализа организационно-правовых, технико-технологических, производственно-хозяйственных и финансово-экономических аспектов развития сферы хозяйственной деятельности по переработке вторичного металлургического сырья. Предварительный анализ ретроспективы, состояния инфраструктуры и институциональных условий сбора и переработки лома и отходов металлов позволил выявить обобщенные характеристики хозяйственной деятельности по утилизации ВМР, приведенные в табл. 1.

Исследование выявило устойчивую тенденцию на снижение металлоемкости ВВП. Однако с учетом высокого удельного веса

металлопродукции в составе основных ресурсов реализации инвестиционных проектов наиболее значимый вклад в реализацию программ развития экономики и общества достигается за счет вовлечения в воспроизводственные процессы ВМР [1, 2, 4, 20]. Вместе с тем за прошедший период экономических трансформаций производственно-хозяйственный комплекс сбора и переработки лома практически перестал существовать как целостный экономический организм. Это обернулось существенными потерями национальной экономики: начиная с 1990 г. общий сбор лома сократился с 89–90 до 22–24 млн т. Последнее не полностью объясняется снижением лишь объемов промышленного производства, поскольку в то же время потребление металлолома при выплавке, например, 1 т стали также сократилось с 480–484 до 345–350 кг [1, 5], что неизбежно сказалось на общей эффективности производства металлопродукции.

Производственная инфраструктура сбора и переработки ломов и отходов ЧЦМ в целом определяется схемой основных материальных потоков образования и использования вторичного металлургического сырья в экономике (рис. 1).

При этом состав переработки ВМР зависит от: 1) технологий металлургического и металлообрабатывающего производств – сфера оборотного лома, 44–47 % общего объема; 2) временных характеристик периода полезной эксплуатации металлосодержавшей продукции (МСП) и особенностей утилизации выведенной из эксплуатации технически сложной продукции (ВЭТП¹) промышленного и бытового назначения – сфера амортизационного лома, 53–56 %. Кроме того, в исследовательских целях выделялась металлосодержавшая продукция кратко-, средне- и долгосрочного потребления. Данные о потреблении металлопродукции в натуральном выражении и таблицы «затраты–выпуск», формируемые Федеральной службой государственной

¹ Сокращение ВЭТП (англ.: End of Life Units – ELU) обобщает уже используемые понятия: выведенное из эксплуатации транспортное средство (ВЭТС, англ.: End of Life Vehicles – ELV), выведенное из эксплуатации электрическое и электронное оборудование (ВЭЭЭО, англ.: End of Life Electrical and Electronic Equipment – ELEEE) и т. п.

Таблица 1

Общая характеристика отрасли утилизации вторичных металлургических ресурсов в экономике России в 2009–2012 гг.

Показатель	2009	2010	2011	2012
Производство стали в России, млн т	59,80	66,80	68,10	70,40
Потребление лома ЧМ в России, млн т	13,95	18,26	17,63	17,04
Производство ЦМ в России, млн т	5,01	5,41	5,40	6,30
Потребление лома ЦМ в России, млн т	2,06	2,67	2,84	2,64
ВВП, млрд руб.	38807,22	46308,54	55799,57	62599,06
Выручка отрасли, млрд руб.	271,19	221,98	274,63	263,32
Доля в ВВП России, %	0,70	0,48	0,49	0,42
Занятое население, млн чел.	69,41	69,93	70,86	71,55
Численность работников отрасли, тыс. чел.	294,06	295,20	285,50	280,90
Доля от общероссийского уровня, %	0,42	0,42	0,40	0,39
Среднемесячная заработная плата в России, руб.	18637,5	20952,2	24093,6	26690,0
Среднемесячная заработная плата в отрасли, руб.	20400,0	21000,0	25000,0	27000,0
Доля от общероссийского уровня, %	109,46	100,23	103,76	101,16
Индекс роста объема переработки ВМР, %	63,67	134,09	102,84	96,95
черные металлы	62,05	134,34	102,79	97,35
цветные металлы	80,75	131,91	104,56	92,66
Объем заготовок лома и отходов ЧЦМ, млн т	18,803	25,163	25,838	25,108
черные металлы	16,732	22,428	23,016	22,463
цветные металлы	2,071	2,735	2,823	2,646
Объем реализации продуктов переработки ВМР, млн т	16,010	20,933	20,473	19,683
черные металлы	13,952	18,261	17,632	17,044
цветные металлы	2,058	2,672	2,840	2,639
Экспорт металла, млн т	2,797	4,275	5,491	5,462
черные металлы	2,780	4,210	5,470	5,450
цветные металлы	0,017	0,065	0,021	0,012
Импорт металла, млн т	0,004	0,052	0,129	0,036
черные металлы	0,000	0,050	0,090	0,030
цветные металлы	0,004	0,002	0,039	0,006
Средние относительные характеристики, кг/руб.				
Производство стали/ВВП	0,00154	0,00144	0,00122	0,00112
Потребление лома ЧМ/ВВП	0,00036	0,00039	0,00032	0,00027
Производство ЦМ/ВВП	0,00013	0,00012	0,00010	0,00010
Потребление лома ЦМ/ВВП	0,00005	0,00006	0,00005	0,00004
Средние душевые характеристики, кг/чел.				
Производство стали	419,06	467,46	476,56	492,31
Потребление лома ЧМ	97,77	127,79	123,39	119,19
Производство ЦМ	35,09	37,89	37,76	44,07
Потребление лома ЦМ	14,42	18,70	19,88	18,46

* По данным [2, 5, 15], расчеты автора.

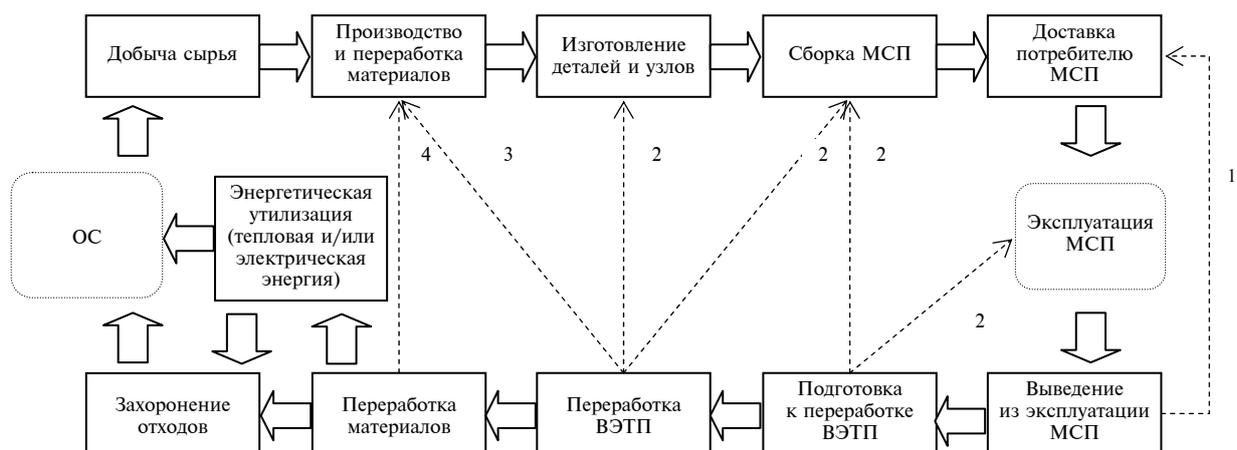


Рис. 1. Общая схема жизненного цикла материалов технически сложной металлосодержавщей продукции
 1 – повторное использование МСП; 2 – повторное использование компонентов; 3 – повторное использование материалов; 4 – получение вторичного сырья

статистики РФ, позволяют оценить ведущие тенденции изменения структуры металлопотоков в экономике, которые образуют следующую структуру распределения продукции металлургии (2010 г., %): металлургия (внутреннее потребление) – 21,8 %; машиностроение – 9,6 %; металлообработка – 4,3 %; строительство – 16,9 %; производство строительных материалов – 6,8 %; прочие (энергетика, транспорт, приборостроение, связь и др.) – 21,4 %; экспорт – 19,2 %.

Изучение типологии хозяйственных субъектов в сфере сбора и переработки лома и отходов ЧЦМ, проведенное при поддержке НП НСРО «РУСЛОМ.КОМ», позволяет выделить следующие структурные группы предприятий:

1) по полноте охвата технологического цикла производства предприятия характеризуются как универсальные (12 %) и специализированные компании (88 %), в том числе кластеры «Заготовка» (34 %), «Заготовка–Подготовка» (15 %), «Подготовка–Переработка» (24 %), «Переработка–Реализация» (10 %), «Реализация» (5 %);

2) по уровню деятельности (частично характеризующему и масштаб хозяйственных операций) компании можно разделить на международные (4 %), федеральные (13 %), региональные (28 %) и местные (55 %);

3) по степени хозяйственной самостоятельности экономических объектов сферы утилизации ВМР можно выделить независимые предприятия (35 %), а также аффилиро-

ванные по сырью ВМР (13 %) и/или продукты ВМР (52 %).

Для позиционирования исследуемой сферы хозяйственной деятельности в экономическом пространстве народнохозяйственного комплекса России и предварительной оценки воздействия окружения на финансово-экономическое состояние предприятий по сбору и переработке ломов и отходов использовалась следующая характеристика деятельности основных сопряженных отраслей и соответствующей средней рентабельности продаж (2012 г., %):

- горнодобывающая промышленность (48,2) – конкурент;
- металлургия (в целом) (12,6) – потребитель;
- машиностроение и металлообработка (7,6–7,7) – потребитель/поставщик;
- строительство (6,7), электроэнергетика (4,5), нефтегазовая промышленность (4,7), транспорт и связь (26,7) – поставщики.

Для оценки внутриотраслевой конкуренции исследовалась территориальная структура распределения мощностей предприятий по сбору и переработке металлолома. Существующий в Российской Федерации порядок лицензирования деятельности по утилизации ВМР предполагает получение хозяйственными субъектами отдельных лицензий на право ведения операций по заготовке и реализации лома и отходов для черных и цветных металлов. Динамика изменения количества юридических лиц с соответствующими лицензиями представлена в табл. 2.

Таблица 2

Число компаний отрасли с лицензиями в 2008–2013 гг., ЧМ/ЦМ

Федеральный округ	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всего	3636/3097	2693/2219	2250/1687	2015/1570	1983/1536	2029/1618
В том числе						
ЦФО	790/884	665/727	532/494	475/493	491/479	505/455
СЗФО	595/507	281/507	215/162	211/135	222/140	208/137
ЮФО*	547/308	433/263	368/207	291/166	366/227	316/262
ПФО	681/623	527/456	469/370	445/362	364/337	422/368
УФО	387/255	292/178	290/166	275/149	270/152	278/166
СФО	409/284	325/232	241/165	206/148	164/105	179/107
ДФО	227/128	170/97	135/86	112/81	106/68	121/81

* Включая Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО).

Предварительный анализ сферы утилизации ВМР позволил идентифицировать следующие факты и процессы, существенно значимые для моделирования и последующей оценки тенденций ее развития:

– консолидация отрасли (за 2008–2013 гг. количество лицензированных компаний на рынке лома черных металлов сократилось с 3636 до 2029, а на рынке лома цветных металлов – с 3097 до 1618);

– технологическая специализация (сбор и закупка лома – свыше 10000 предприятий и организаций, хранение и подготовка лома – около 1000, переработка – около 100, реализация продуктов переработки – примерно 10);

– стабилизация цен на лом черных и цветных металлов (цена 1 т лома черных металлов на мировом рынке в последние 3 года находилась в диапазоне 390–420 долл., волатильность соотношения цен на внутреннем рынке характеризуется средней величиной 76,93 % и дисперсией 0,0002);

– сокращение и устаревание производственных мощностей отрасли (коэффициент выбытия превышает коэффициент ввода мощностей). Например, количество шредерных установок, определяющих общий технологический уровень утилизации ВМР, составляет всего 13 комплексов с общей мощностью переработки металлолома около 5,7 млн т в год, тогда как в СССР на начало 90-х гг. их насчитывалось более 100 с мощностью свыше 32,5 млн т [2].

Можно констатировать, что если в плановой экономике предприятия и организации объединений «Вторчермет» и «Вторцветмет» в иерархической структуре концерна «Союзвтормет» функционировали как подотрасль металлургического производства, то в нынешних условиях необходимо их рассмотрение и институциональное оформление как самостоятельного вида деятельности, представленного в разных секторах экономики.

Институциональное поле деятельности по утилизации ВМР в Российской Федерации определяется в основном следующей правовой базой: Федеральный закон № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г.; Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 12.01.2002 г.; Федеральный закон № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» от 01.12.2007 г.; Положение о лицензировании деятельности по заготовке, хранению, переработке и реализации лома черных металлов, цветных металлов, утвержденное Постановлением Правительства РФ № 1287 от 12.12.2012 г.

Федеральным законом № 315-ФЗ предусмотрен режим параллельного существования института саморегулирования и механизма государственного контроля. С развитием потенциала и инфраструктуры органов саморегулирования к ним могут полностью перейти контролирующие функции государства. В этой связи одним из важнейших структурных элементов отрасли становится

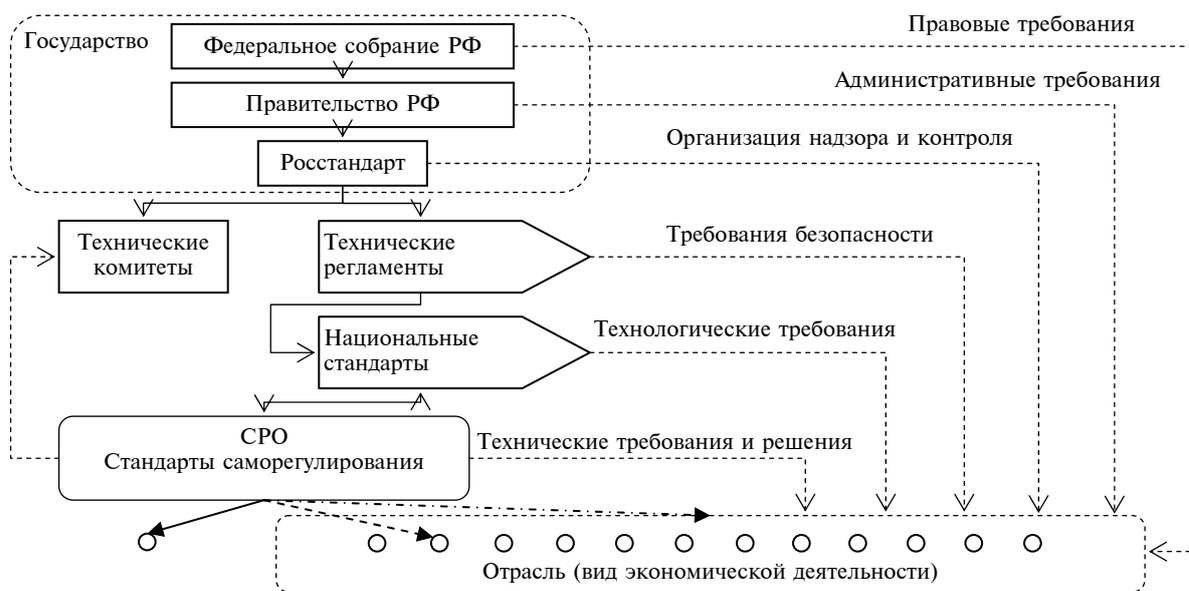


Рис. 2. Общая схема участия СРО в регулировании хозяйственной деятельности

(○) – предприятия отрасли; (—▶) – система допуска (авторизации);
 (- - -▶) – система контроля (мониторинга); (- · - · -▶) – система сертификации

саморегулируемая организация предприятий и организаций в сфере обращения ВМР – НП НСРО «РУСЛОМ.КОМ». Ее роль и место в организации и регулировании хозяйственной деятельности² иллюстрирует структурная схема на рис. 2.

Выявленный состав и характер взаимосвязей экономических агентов отрасли определяют ее функциональную структуру и уровневое построение: контролирующие органы (представляющие интересы государства); орган внутриотраслевой саморегулирования и координации в лице НП НСРО «РУСЛОМ.КОМ»; хозяйствующие субъекты; научно-образовательные, проектно-конструкторские, информационно-аналитические и общественные организации. Основная хозяйственная функция национальной системы рециклинга металлов – обеспечение спроса на продукты

переработки лома и отходов ЧЦМ в необходимых номенклатуре, качестве и объемах поставок для устойчивого развития и повышения конкурентоспособности металлургических и металлопотребляющих отраслей России.

Проведенный анализ состояния, сложившейся инфраструктуры и преобладающих процессов в сфере сбора и переработки металлолома позволяет говорить об отрасли утилизации ВМР как многоуровневой организационной системе, для которой характерны [7, 9, 17]:

- мультисубъектность среды функционирования, иерархичность построения, пространственная неоднородность;
- динамизм изменений, высокая неопределенность, активность экономических агентов;
- гибкость технологических взаимосвязей, неустойчивость организационной структуры, адаптивность механизма согласования экономических интересов;
- ограниченность направлений сбыта продукта и высокая диверсификация сырья, высокая эластичность спроса и несформированность институтов регулирования.

Таким образом, сложность объекта исследования и многоаспектность факторов, определяющих структуру и тенденции развития, а также учет общих целей формирования промышленной политики в условиях восста-

² Отметим, что лицензирование в отрасли при соблюдении СРО-стандартов станет обязательным с 1 января 2016 г. Предусмотрено поэтапное введение утилизационных сборов: с 1 января 2014 г. утилизационные сборы платят все российские автопроизводители и импортеры автомобилей; с 1 января 2015 г. определен расширенный список продукции; с 1 января 2016 г. вводится требование для всего спектра продукции. Предварительная оценка объема средств ежегодных сборов составляет около 200 млрд р.

новления государственного стратегического планирования и индикативного управления позволили при исследовании перспектив отрасли утилизации ВМР и построении национальной системы рециклинга металлов сделать вывод о необходимости отказа от инерционных методов прогнозирования в пользу более гибких и адаптивных инструментов сценарного моделирования. Этим обеспечиваются объемное и вариантное исследование будущих возможностей и угроз, проведение своевременной идентификации стратегических разрывов и оценка согласованных комплексных мер их преодоления. Применение технологий управления будущим поддерживает переход от прогнозирования к проектированию на основе сценарного моделирования социально-экономического развития [7, 17–19, 22], что позволяет дополнить исходный ретроспективный анализ оценкой структуры и характеристик сценарного пространства для обоснования и разработки концепции долгосрочного развития сферы утилизации ВМР.

Основу инструментария проведенного исследования составляют методы системного анализа, математического моделирования, теории вероятностей, эконометрики и нечетких вычислений. Источником информации послужили научные публикации и открытые аналитические обзоры в российской и мировой прессе, официальные статистические данные Российской федеральной службы государственной статистики (<http://www.gks.ru>), Центрального банка России (<http://www.cbr.ru>), Министерства экономического развития России (<http://www.customs.ru>), Федеральной налоговой службы России (<http://www.taxes.ru>), Федеральной таможенной службы России (<http://www.customs.ru>), Некоммерческого партнерства «Национальная саморегулируемая организация переработчиков лома и отходов черных и цветных металлов, утилизации транспортных средств» (<http://www.ruslom.com>), международного бюро рециклинга (Bureau of International of Recycling, <http://www.bir.com>), глобальной ассоциации стали (World Steel Association, до 2008 г. – Международный институт чугуна и стали, International Iron & Steel Institute, IISI, <https://www.worldsteel.org>), информационного портала «RUSMET.RU» (<http://www.rusmet.ru>).

Предыстория, текущее состояние и задачи формирования новой для российской экономики отрасли предопределили постановку задачи прогнозного исследования не как экстраполяцию тенденций, а в виде проектирования согласованного будущего в распределенной структуре управления (регулирования) деятельностью интегрированных экономических объектов. Это потребовало построения интерактивной процедуры решения взаимосвязанных статистических, оптимизационных и логических задач системы предикативного моделирования динамики основных показателей развития отрасли. В основу вычислительного комплекса сценарного моделирования, общая структура которого представлена в [7], положена система эконометрических моделей и комплекс балансовых соотношений, описывающих основные технологические, логические и хронологические взаимосвязи в сфере переработки ВМР. Показатели оценки характеристик моделируемых элементов многоуровневой организационной системы, представленных композицией экзогенных, эндогенных и управляемых переменных, а также элементов внешней среды определялись в детерминированном, вероятностном или нечетком пространстве состояний. Система алгоритмического моделирования реализации сценариев развития отрасли до 2025 года (с шагом моделирования – квартал) включала около 50 уравнений, примерно 200 переменных различного типа и до 30 логических условий.

В качестве важнейших аспектов и источников вариативности внутренней и внешней среды функционирования отрасли определены:

- *макроэкономический* – диапазоны и темпы изменения ключевых показателей развития мировой и российской экономики;
- *технологический* – интеграция тенденций ресурсосбережения (процессы снижения материалоемкости/металлоемкости промышленной продукции и потребительских товаров) и материалозамещения (процессы замены в готовом изделии одного вида материала другим с сохранением и/или приданием новых качеств);
- *технический* – диапазоны и темпы изменения технических параметров оборудования сбора и переработки вторичного металлургического сырья;

– *организационный* – характеристики организации процессов сбора и переработки вторичного металлургического сырья;

– *инвестиционный* – состав и структура инвестиционных программ модернизации действующих и создания новых предприятий по утилизации вторичных металлургических ресурсов;

– *административно-правовой* – состав и характер государственных мер стимулирования сбора и переработки ломов и отходов металлов и утилизации ВЭТП промышленного и бытового назначения.

К базовым условиям разработки комплексного прогноза развития отрасли отнесены следующие институциональные факторы и общие тенденции.

Глобальный уровень:

– изменение структуры мирового рынка сырьевых ресурсов, обусловленное преодолением причин и последствий финансово-экономического кризиса;

– формирование инфраструктуры и механизмов функционирования «зеленой» экономики: от защиты окружающей среды – к экологически безопасному воспроизводству ресурсов развития общества.

Национальный уровень:

– формирование национальной модели управления инновационным развитием страны, ориентированной на модернизацию и реиндустриализацию экономики;

– переход от сметной к программной, от краткосрочной к среднесрочной концепции бюджетного планирования, обеспечивающей достижение эффекта индикативного регулирования общественного и рыночного секторов экономики;

– формирование графика введения в действие порядка и механизма функционирования фонда утилизационных сборов.

В качестве основных гипотез и параметров сценарного моделирования развития отрасли приняты следующие предположения: равномерный темп реализации стратегических программ базовых отраслей экономики (ВПК, машиностроение, судостроение, авиастроение, транспорт, энергетика, строительство и др.); поэтапное введение нормативов и регламентов утилизации продукции; снижение эластичности спроса по цене на лом; постоянная структура извлечения лома из

накопленного металлофонда; гладкость изменения в соотношении коэффициентов выбытия и обновления основных фондов. При этом использовалась дефазсификация значений лингвистических переменных, описывающих влияние: изменения ставок налогообложения и таможенных пошлин; состояния экологической дисциплины населения; изменения металлозамещения в структуре ВВП; характеристик процесса введения технологических регламентов СРО, перечня облагаемой утилизационным сбором продукции, графика введения утилизационных сборов и состава требований технологических регламентов.

При оценке перспективной динамики отрасли в основу экспериментальных расчетов положены параметры форсированного (целевого) сценария скорректированного прогноза социально-экономического развития России до 2030 г. (уточненные данные Министерства экономического развития РФ).

Поскольку исходной гипотезой была реализация форсированного сценария социально-экономического развития России [8], то вариативность в оценке перспективной динамики функционирования отрасли обеспечивалась заданием состава сценарных параметров, характеризующих основные «внутренние» неопределенности будущего: состав и график введения утилизационных сборов; состав и график введения технологических регламентов; масштаб и темп изменения экологической дисциплины населения (для описания поведения домашних хозяйств). Из числа «внешних» факторов (и событий) неопределенности выбраны интенсивность процессов металлозамещения на уровне ВВП, согласованность и темп реализации целевых комплексных программ развития базовых отраслей (на входе и выходе технологического цикла отрасли). Обобщенно указанные требования при условии генерации альтернативных вариантов развития отрасли приводят к принципиальной схеме прогнозного исследования, представленной на рис. 3. Серии вычислительных экспериментов проводились на основе фиксированного состава основных факторов неопределенности и ожидаемых значимых событий, описываемых лингвистическими переменными, для логически не противоречивых комбинаций

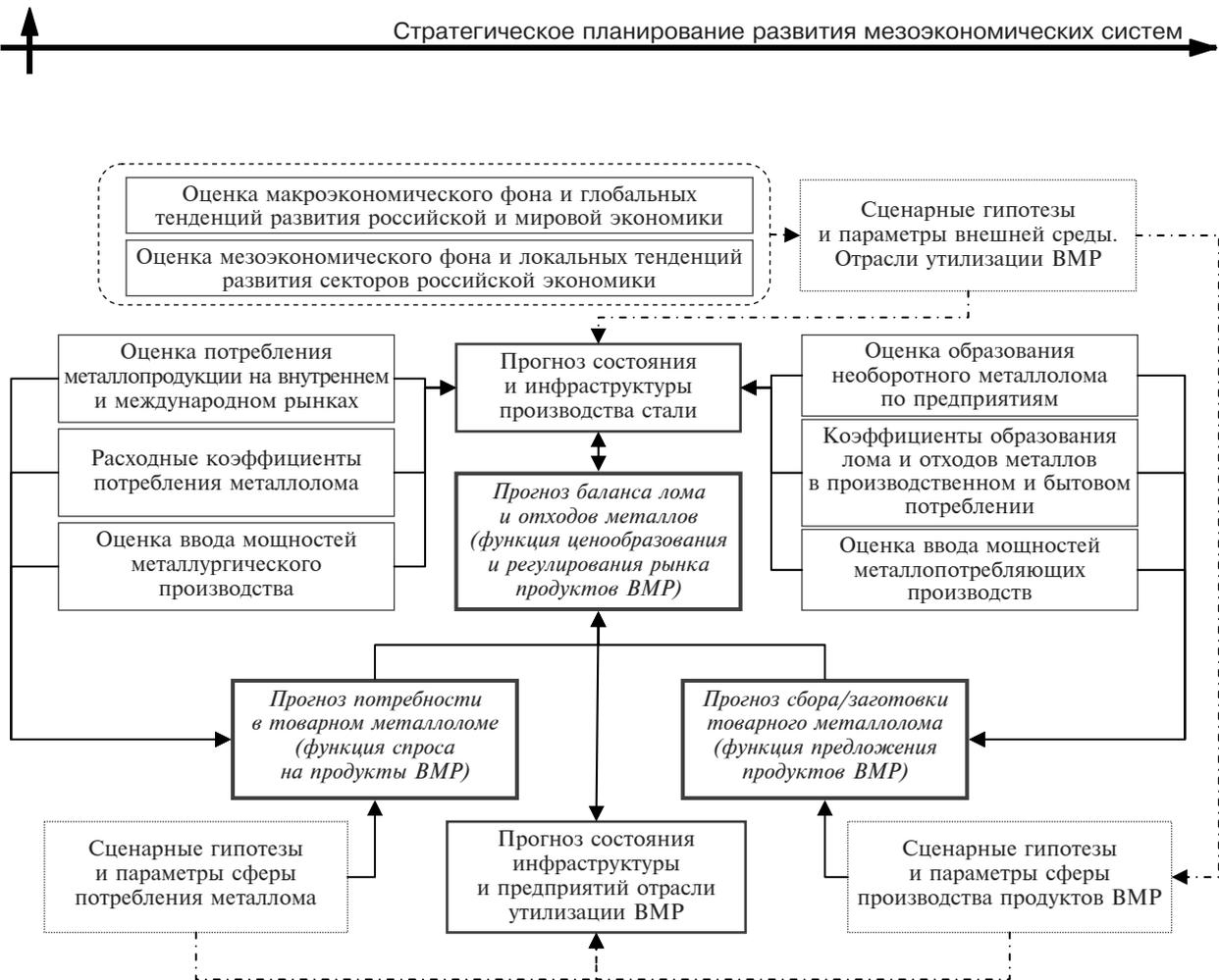


Рис. 3. Общая схема сценарного моделирования прогнозов развития отрасли утилизации и переработки ломов и отходов черных и цветных металлов

количественных оценок сценарных параметров. Проведение вариантных расчетов на основе уровней показателей базового сценария при логически допустимых сочетаниях значений сценарных параметров позволило оценить диапазоны³ значений: прогнозного баланса вторичных металлургических ресурсов; отдельных показателей развития отрасли утилизации вторичных металлургических ресурсов; прогнозной структуры отрасли утилизации вторичных металлургических ресурсов.

В табл. 3 приводятся полученные оценки диапазонов базовых показателей развития отрасли. Расчетные данные свидетельствуют, что в период 2015–2017 гг. возможно резкое нарастание дефицита металлолома, это связано с масштабной реализацией стратегий развития наиболее металлоемких отраслей рос-

сийской экономики: машиностроительного комплекса (включая ВПК), энергетического (особенно в секторе атомной энергетики) и транспортного строительства (в том числе железнодорожного). Для различных вариантов сценарных расчетов установлен кратковременный и незначительный эффект возможности покрытия дефицита за счет ограничения экспорта металлолома (временной лаг возникновения дефицита составляет 2–3 года).

Общая динамика показателей расчетного баланса металлолома для инерционного и инновационного сценариев прогноза развития отрасли представлена на рис. 4.

Анализ среднегодовых темпов прироста для базового варианта прогноза показал, что до 2025 г. можно ожидать три интервала соотношения производства и потребления продуктов отрасли:

– отстающий рост предложения до 2015 г. (CAGR: объем сбора металлолома, млн т, обобщенная функция предложения – 2,11 % / объем потребления ВМП, млн т, обобщенная функция спроса – 12,16 %);

³ Речь идет не о вероятностной оценке доверительных интервалов в статистическом прогнозировании. Здесь дается интегрированная комбинаторная оценка взаимосвязанных изменений параметров по совокупности импакт-факторов сценария, заданного на матрице инцидентности.

Таблица 3

Оценка диапазонов показателей прогнозного агрегированного баланса вторичных металлургических ресурсов*

Показатель, млн т	2013	2015	2020	2025
Производство металла	$\frac{69,62}{59,86}$	$\frac{74,72}{59,92}$	$\frac{84,99}{69,79}$	$\frac{95,14}{67,91}$
Заготовка металлолома	$\frac{26,69}{25,62}$	$\frac{26,06}{24,02}$	$\frac{22,72}{22,39}$	$\frac{22,53}{21,03}$
Образование оборотного лома и отходов металла	$\frac{6,57}{5,65}$	$\frac{6,28}{5,04}$	$\frac{7,30}{6,00}$	$\frac{8,19}{5,84}$
Импорт металлолома (продуктов переработки ВМР)	$\frac{0,28}{0,24}$	$\frac{0,22}{0,18}$	$\frac{0,27}{0,16}$	$\frac{0,35}{0,16}$
Экспорт металлолома	$\frac{4,98}{4,72}$	$\frac{5,77}{5,38}$	$\frac{5,60}{4,82}$	$\frac{5,58}{4,89}$
Потребление товарного металлолома ВМР	$\frac{24,41}{20,81}$	$\frac{28,33}{22,54}$	$\frac{33,95}{27,74}$	$\frac{40,90}{29,09}$
Дефицит лома (-) / профицит (+)	$\frac{5,48}{3,87}$	$\frac{0,74}{-1,75}$	$\frac{0,18}{-9,52}$	$\frac{0,04}{-15,77}$

* Верхняя граница / нижняя граница.

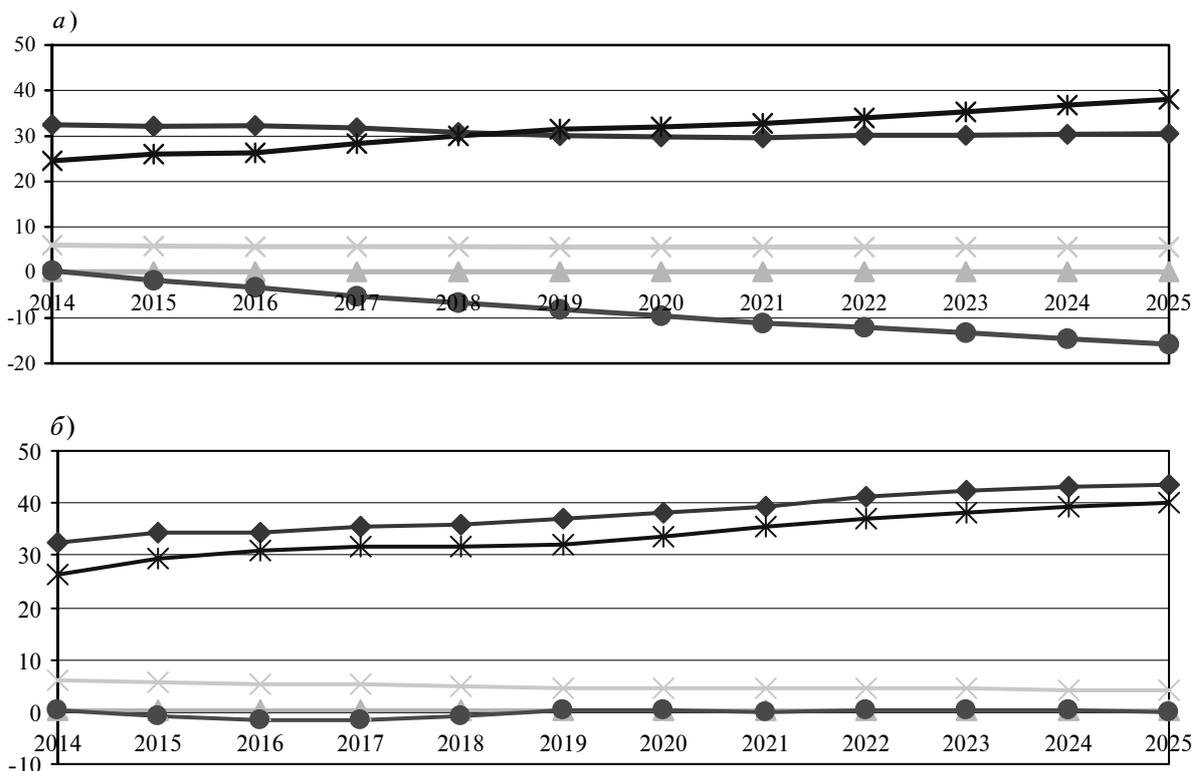


Рис. 4. Динамика основных показателей баланса металлолома
Варианты сценарного прогноза: а – инерционный, б – инновационный

(—◆—) – объем заготовки товарного металлолома, млн т (функция предложения); (—▲—) – импорт ВМР, млн т, в том числе; (—×—) – экспорт ВМР, млн т, в том числе; (—*—) – объем потребления ВМР, млн т (функция спроса); (—●—) – дефицит (-) / профицит (+) металлолома

Таблица 4

Целевая траектория развития и базовые прогнозные ориентиры развития отрасли

Показатель	2012	2013	2015	2020	2025
Количество переработчиков лома и отходов черных/цветных металлов	1983/1536	2029/1618	1900/1515	1500/1196	1000/800
из них членов НП СРО «РУСЛОМ.КОМ»	25/1	43/2	650/500	1250/830	990/799
в том числе в %	1,2/1,2	1,4/1,4	34,2/30	83,3/70	99,1/99,1
Оценка контролируемой доли рынка лома черных металлов/цветных металлов, %	56,9/–	63,1/–	75,5/40	85,5/70	99,9/99,9
Средняя производственная мощность предприятия, млн т/год	0,018	0,017	0,019	0,027	0,049
Средняя загрузка мощностей, %	68,69	72,12	75,72	77,34	72,82

– опережающее падение предложения до 2020 г. (–2,71 % / 3,68 %);
 – замедляющееся отставание предложения до 2025 г. (–0,17 % / 3,80 %) [6].

В целом проведенный анализ сценарного пространства и модельная оценка состояния отрасли позволили выявить к настоящему моменту ряд стратегических разрывов, связанных со следующими факторами:

- невозможностью достижения объемов металлопотребления в соответствии с реализацией целевых программ федерального, отраслевого и регионального уровней (расчет потребления металлолома, согласованный с графиком реализации дает на заданном горизонте поэтапное ожидаемое увеличение объемов с 24 до 38–40 млн т);
- неподготовленностью инфраструктуры отрасли к обеспечению возрастающей потребности экономики во вторичном металлургическом сырье;
- изменением структуры формирования и использования резервов старого (накопленного металлофонда) и нового (амортизационного) металлолома;
- технологическим отставанием производственно-технической базы отрасли.

В рамках установленных взаимосвязей и границ сценарного пространства сконструирован согласованный образ будущего, некоторые характеристики которого представлены в табл. 4. При этом целевая траектория развития сформирована в предположении реализации основных качественных условий инновационного сценария, это:

- разработка инвестиционно ориентированного механизма управления средствами утили-

- лизационного фонда;
- ускоренная разработка и введение СРО технологических регламентов утилизации продукции;
- формирование уровневой модели лицензирования деятельности;
- разработка и реализация комплекса типовых инвестиционных проектов для создания предприятий различного масштаба и специализации;
- модернизация и развитие производственных мощностей;
- создание инфраструктуры федеральной сети рециклинга ВМР (прежде всего, для утилизации ВЭТП и логистики отрасли);
- введение умеренных и краткосрочных протекционистских мер по экспорту лома.

Оценка характеристик комбинированного образа будущего и диапазонов относительной устойчивости спектра возможных траекторий в сценарном пространстве позволяет определить внутренние и внешние исходные условия для разработки стратегических планов развития отрасли и отдельных предприятий и организаций в сфере обращения ВМР. В частности, это предопределяет ориентацию технологической структуры отрасли на переход от экономики природных ресурсов к экономике вторичного сырья – техногенных ресурсов социально-экономического развития. В этих условиях необходимо сформулировать новую миссию отрасли – обеспечение инновационного развития экономики за счет:

- формирования системы воспроизводства вторичных металлургических ресурсов как ключевого фактора эффективности и конкурентоспособности экономики России;

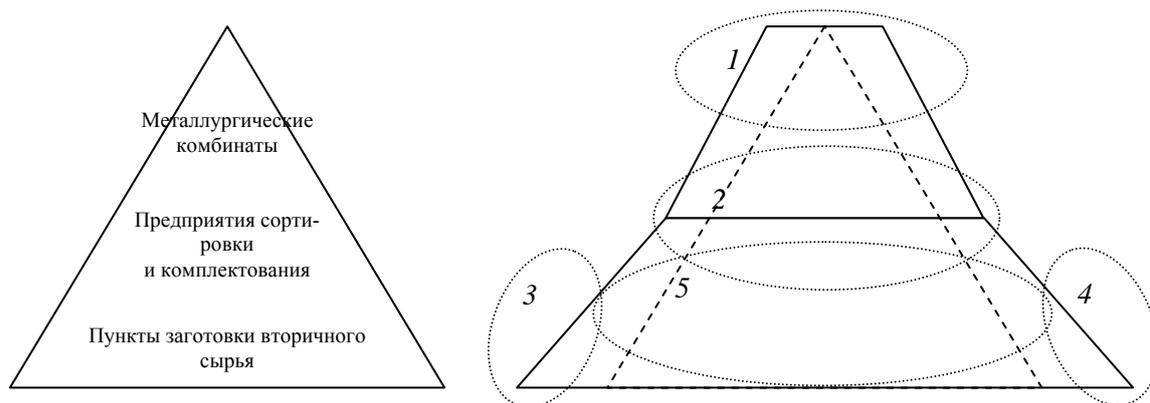


Рис. 5. Структурная схема процесса трансформации сферы хозяйственной деятельности по сбору и переработке лома и отходов металлов и утилизации ВЭТП:

- а) исходная модель деятельности: иерархическая система подотрасли металлургии;
 б) целевая структура отрасли: сетевая система рециклинга ВМР

Приоритетные зоны инновационных преобразований:

1 – сектор металлургии – инфраструктура малой (вторичной) металлургии: потребление продуктов переработки вторичного металлургического сырья; 2 – сектор рециклинга – инфраструктура отрасли утилизации ВМР: производство продуктов переработки вторичного металлургического сырья; 3 – инфраструктура сбора и первичной обработки исходного вторичного металлургического сырья (лом и отходы); 4 – инфраструктура приема (закупки), демонтажа и первичной переработки выведенной из эксплуатации сложной металлосодержащей продукции; 5 – сектор обеспечения экологической безопасности – инфраструктура безопасного захоронения нерициклируемой части отходов переработки вторичного металлургического сырья и охраны ОС

– создания механизма справедливого распределения эффектов экономии материальных и энергетических затрат в процессе замещения первичного природного сырья в технологической цепочке создания ценности в промышленности.

В процессе преобразования отрасли как высокотехнологичного промышленного кластера в диверсифицированном конкурентном секторе социальной экономики можно сформулировать следующие стратегические цели ее развития:

от подотрасли металлургии – к самостоятельной отрасли зеленой экономики;

от ресурсного обеспечения металлургического производства – к поддержке устойчивого развития экономики и сохранению национальных природных богатств, оказанию социально значимых услуг по утилизации вторичного сырья и формированию комфортной среды жизнедеятельности;

от эксперимента утилизации ТС – к федеральной сети предприятий утилизации ВЭТП с внедрением технологий постшредерной обработки;

от разрозненных предприятий заготовителей и переработчиков лома – к сетевой структуре национальной системы рециклинга металлов.

Соответствующая новой целевой направленности схема уровневое построения национальной системы рециклинга металлов, а также структурные блоки процесса трансформации сферы хозяйственной деятельности по сбору и переработке лома и отходов металлов и утилизации ВЭТП представлены на рис. 5.

На основе анализа и обсуждения результатов выполненного исследования для создания в рамках национальной системы рециклинга металлов технологически совершенной, экономически эффективной, инвестиционно привлекательной и экологически безопасной отрасли утилизации ВМР сформулированы предложения по основным направлениям и задачам преобразований в сфере сбора и переработки лома и отходов металлов и утилизации ВЭТП:

– пространственная диверсификация производства и оптимизация логистического комплекса отрасли;

– модернизация предприятий по сбору и переработке металлолома, утилизации ВЭТП и производству продуктов утилизации ВМР;

– модернизация и создание нового оборудования и технологий переработки вторичного металлургического сырья;

– создание национальной сети «цивилизованной» утилизации и захоронения отходов

переработки вторичного металлургического сырья;

– модернизация и создание нового оборудования и технологий утилизации ВЭТП и отходов производства продуктов ВМР, а также конструктивных схем и технических решений безопасного захоронения нересцилируемых отходов;

– формирование дифференцированных (с учетом специализации) и уровневых (с учетом масштаба) технологических стандартов СРО;

– обоснование корректировки нормативно-правовой базы регулирования деятельности

предприятий и организаций, адаптация порядка и механизма формирования и использования специального резервного фонда по утилизации продукции.

Разработанный комплекс сценарного моделирования и проведенный на его основе анализ сценарного пространства подтвердил необходимость разработки и обеспечил возможность оценки подготавливаемых в НП НСРО «РУСЛОМ.КОМ» плановых решений по формированию стратегии и обоснованию мероприятий целевой комплексной программы развития данной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бобович Б.Б., Девяткин В.В.** Переработка отходов производства и потребления: справочное издание. М.: Интермет Инжиниринг, 2000. 496 с.
2. **Буданов И.А.** Черная металлургия в экономике России: моногр. ИИП РАН. М.: Макс-Пресс, 2002. 428 с.
3. **Демиденко Д.С., Малевская-Малевич Е.Д.** Повышение эффективности производства на основе расширения использования вторичных ресурсов на предприятиях Санкт-Петербурга // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2013. № 4(175). С. 84–89.
4. **Деревягин А.А., Ковшевский В.В., Писарева О.М.** К вопросу разработки стратегии развития отрасли утилизации и переработки ломов и отходов металлов // Стратегическое планирование и развитие предприятий : матер. 15-го Всерос. симп., Москва, 15–16 апреля 2014 г. Секция 4. М.: ЦЭМИ РАН, 2014. С. 69–71.
5. **Катунин В.В.** Расход основных материалов в российской черной металлургии в 2011 году // Инженерные решения черной металлургии. 2012. № 2. С. 2–4.
6. **Писарева О.М.** Сценарное моделирование развития системы рециклинга вторичных металлургических ресурсов в Российской Федерации // Стратегическое планирование и развитие предприятий : матер. 15-го Всерос. симп., Москва, 15–16 апреля 2014 г. Секция 3. М.: ЦЭМИ РАН, 2014. С. 125–128.
7. **Писарева О.М.** Сценарное моделирование в управлении: развитие методологии прогнозно-аналитических исследований сложных организационных систем // Вестник экономической интеграции. 2011. № 7(39). С. 19–26.
8. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года / Министерство экономического развития Российской Федерации, 2013. URL: http://www.economy.gov.ru //activity/sections/macro/prognoz/doc20131108_5 (дата обращения: 08.01.2014).
9. **Соколицын А.С.** Методологические принципы согласования экономических интересов предприятий интегрированных промышленных структур // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2012. № 2–1(144). С. 23–26.
10. **Трофименко Ю.В., Ахметов Л.А., Трофименко К.Ю.** Финансовые потоки в региональной системе обращения с отходами эксплуатации автомобильного транспорта («Авторециклинг») // Транспорт: наука, техника, управление. 2009. № 5. С. 2–7.
11. **Popper R.** How are foresight methods selected? // Foresight, 2008, vol. 10, no. 6, pp. 62–89.
12. **Porter A.L.** at al. Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods // Technological Forecasting & Social Change, 2004, no. 71, pp. 287–303.
13. **Rao S.R.** Resource recovery and recycling from metallurgical wastes. Elsevier B.V., Oxford, UK, 2006, p. 558.
14. **Bandivadekar A., Gunter K., Kumar V., Sutherland J.** A model for material flows and economic exchanges within the U.S. automotive life cycle chain // Journal of manufacturing system, 2004, vol. 23, no. 1, pp. 22–29.
15. **Bribian I., Ferreira G., Uson A., Vasquez D.** Study of the environmental performance of end-of-life tyre recycling through a simplified mathematical approach // Thermal science, 2012, vol. 16, no. 3, pp. 889–899.
16. **Celik N., Antmann E., Shi X., Hayton B.** Simulation-based optimization for planning of effective waste reduction, diversion, and recycling

programs // Department of industrial engineering, university of Miami, 2012, p. 42.

17. **Karimi B., Mahmoudzadeh M., Mansour S.** A decentralized reverse logistics network for end of life vehicles from third party provider perspective // 2nd International Conference on Environmental Science and Technology, 2011, no. 6, pp. 154–173.

18. **Marković D., Janović D., Jovanović M., Nikolić V.** Application method for optimization in solid waste management system in the city of Niš // Facta universitatis. Series: Mechanical Engineering, 2010, vol. 8, no. 1, pp. 63–76.

19. **Simić V., Dimitrijević B.** Production planning for vehicle recycling factories in the EU legislative and global business environments // Resources, Conservation and Recycling, 2012, vol. 60, pp. 78–88.

20. **Vahdani B., Tavakkoli-Moghaddam R., Baboli A., Mousavi S.** A new fuzzy mathematical model in recycling collection networks: a possibilistic approach // World Academy of Science, Engineering and Technology, 2013, no. 78, pp. 1692–1700.

21. **Pisareva O.M.** Scenario modeling: management technology to harness future opportunities of multilevel organization systems // Reading book of the Global Business and Technology Conference. Helsinki, Finland, 2013, July 2–6, 2013, pp. 1035–1042. USA, GBATA, 2013.

22. **Van der Heijden K.** Scenarios: The art of Strategic Conversation. N. Y: John Wiley&Sons, 1996, p. 356.

23. Информационный портал Российской федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru>

REFERENCES

1. **Bobovich B.B., Devyatkin V.V.** Pererabotka otkhodov proizvodstva i potrebleniya: Spravochnoye izdaniye. M.: Intermet Inzhiniring, 2000. 496 s. (rus)

2. **Budanov I.A.** Chernaya metallurgiya v ekonomike Rossii: monografiya, INP RAN. M.: Maks-Press, 2002. 428 s. (rus)

3. **Demidenko D.S., Malevskaya-Malevich E.D.** Increasing production efficiency through increased use of secondary resources in enterprises of St. Petersburg. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 2013, no. 4(175), pp. 84–89. (rus)

4. **Derevyagin A.A., Kovshevny V.V., Pisareva O.M.** K voprosu razrabotki strategii razvitiya otrasli utilizatsii i pererabotki lomov i otkhodov metallov. Materialy pyatnadsatogo vsrossiyskogo simpoziuma «Strategicheskoye planirovaniye i razvitiye predpriyatiy», Moskva, 15–16 aprelya 2014 g. Sektsiya 4. M.: TsEMI RAN, 2014. S. 69–71. (rus)

5. **Katunin V.V.** Raskhod osnovnykh materialov v rossiyskoy chernoy metallurgii v 2011 godu. *Inzhenernyye resheniya chernoy metallurgii*. 2012. № 2. S. 2–4. (rus)

6. **Pisareva O.M.** Stsenarnoye modelirovaniye razvitiya sistemy retsiklinga vtorichnykh metallurgicheskikh resursov v Rossiyskoy Federatsii. *Materialy pyatnadsatogo vsrossiyskogo simpoziuma «Strategicheskoye planirovaniye i razvitiye predpriyatiy»*, Moskva, 15–16 aprelya 2014 g. Sektsiya 3. M.: TsEMI RAN, 2014. S. 125–128. (rus)

7. **Pisareva O.M.** Stsenarnoye modelirovaniye v upravlenii: razvitiye metodologii prognozno-analiticheskikh issledovaniy slozhnykh organizatsionnykh system. *Vestnik ekonomicheskoy integratsii*. 2011. № 7(39). S. 19–26. (rus)

8. Prognoz dolgosrochnogo sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda. Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii, 2013. URL: http://www.economy.gov.ru/activity/sections/macro/prognoz/doc20131108_5 (data obrashcheniya: 08.01.2014). (rus)

9. **Sokolitsyn A.S.** Methodological principles of economic interests companies reconciliation of integrated industrial structures. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 2012, no. 2–1 (144), pp. 23–26. (rus)

10. **Trofimenko Yu.V., Akhmetov L.A., Trofimenko K.Yu.** Finansovyye potoki v regionalnoy sisteme obrashcheniya s otkhodami ekspluatatsii avtomobilnogo transporta («Avtoretsikling»). *Transport: nauka, tekhnika, upravleniye*. 2009. № 5. S. 2–7. (rus)

11. **Popper R.** How are foresight methods selected? *Foresight*, 2008, vol. 10, no. 6, pp. 62–89.

12. **Porter A.L.** et al. Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods. *Technological Forecasting & Social Change*, 2004, no. 71, pp. 287–303.

13. **Rao S.R.** Resource recovery and recycling from metallurgical wastes. Elsevier B.V., Oxford, UK, 2006, p. 558.

14. **Bandivadekar A., Gunter K., Kumar V., Sutherland J.** A model for material flows and economic exchanges within the U.S. automotive life cycle chain. *Journal of manufacturing system*, 2004, vol. 23, no. 1, pp. 22–29.

15. **Bribian I., Ferreira G., Uson A., Vasquez D.** Study of the environmental performance of end-of-life tyre recycling through a simplified mathematical approach. *Thermal science*, 2012, vol. 16, no. 3, pp. 889–899.

16. **Celik N., Antmann E., Shi X., Hayton B.** Simulation-based optimization for planning of effective waste reduction, diversion, and recycling programs. *Department of industrial engineering, university of Miami*, 2012, p. 42.

17. **Karimi B., Mahmoudzadeh M., Mansour S.** A decentralized reverse logistics network for end of life vehicles from third party provider perspective. *2nd International Conference on Environmental Science and Technology*, 2011, no. 6, pp. 154–173.

18. **Marković D., Janović D., Jovanović M., Nikolić V.** Application method for optimization in solid waste management system in the city of Niš. *Facta universitatis. Series: Mechanical Engineering*, 2010, vol. 8, no. 1, pp. 63–76.
19. **Simić V., Dimitrijević B.** Production planning for vehicle recycling factories in the EU legislative and global business environments. *Resources, Conservation and Recycling*, 2012, vol. 60, pp. 78–88.
20. **Vahdani B., Tavakkoli-Moghaddam R., Baboli A., Mousavi S.** A new fuzzy mathematical model in recycling collection networks: a possibilistic approach. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2013, no. 78, pp. 1692–1700.
21. **Pisareva O.M.** Scenario modeling: management technology to harness future opportunities of multilevel organization systems. *Reading book of the Global Business and Technology Conference*. Helsinki, Finland, 2013, July 2–6, 2013, pp. 1035–1042. USA, GBATA, 2013.
22. **Van der Heijden K.** Scenarios: The art of Strategic Conversation. N. Y: John Wiley&Sons, 1996, p. 356.
23. Информационный портал Росстата, URL: <http://www.gks.ru> (rus)

ПИСАРЕВА Ольга Михайловна – заведующий кафедрой Государственного университета управления, кандидат экономических наук.

109542, Рязанский пр., д. 99, г. Москва, Россия. E-mail: o.m.pisareva@gmail.com

PISAREVA Olga M. – State University of Management.

109542. Ryazanskiy pr. 99. Moscow. Russia. E-mail: o.m.pisareva@gmail.com
