

of infrastructure. The extremely important measures is increase of resource and energy efficiency (targeted), including industry standards; updating of funds; productivity growth. The indirect measure to support the industry present government expenditures on research and development. Along with the devaluation as the course of sanctions it is necessary to maintain the systemic industrial and agricultural policy. Here is the key to development and changes in economy structure.

**Keywords:** sanctions, balance, global imbalances, industrial policy.

### References

1. IMF Multilateral Policy Issues Report // IMF Policy Papers. August 1, 2013. Washington: IMF, 2013.
2. International Trade Statistics 2013. Geneva: WTO, 2013.
3. Website of the Central Bank of the Russian Federation Available at: [http://www.cbr.ru/statistics/print.aspx?file=credit\\_statistics/bal\\_of\\_payments\\_est\\_new.htm&pid=svs&sid=itm\\_45297](http://www.cbr.ru/statistics/print.aspx?file=credit_statistics/bal_of_payments_est_new.htm&pid=svs&sid=itm_45297) (accessed: 10.05.2014).
4. Gurdin K. The deepest mysteries of the oil industry // *Argumenty nedeli*. 2014. no.34. p. 34. (In Russ).
5. *Rossiya v tsifrakh 2014* [Russia by the Numbers 2014]. Moscow: Rosstat. Razdel 1. (In Russ).
6. Website of the Federal Reserve System of the USA. Available at: <http://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-enter/tic/Documents/mfh.txt> (accessed: 10.05.2014).
7. *Neeffektivnyi rezerv*. [The ineffective provision]. Ekspert. 2012. no. 25. (In Russ).
8. Conclusion of the accounts chamber of the Russian Federation on the report on execution of the Federal budget for 2011 and 2012. Available at: <http://audit.gov.ru/activities/audit-of-the-federal-budget/subsequent-control/zakl-2011.pdf> Available at: <http://www.budgetrf.ru/Publications/Schpalata/Zaklucheniya/pdf6/Zakl%202012.pdf/> (accessed: 10.05.2014). (In Russ).
9. *Rossiya v tsifrakh 2014*. [Russia by the Numbers 2014]. Moscow: Rosstat. Razdel 26. (In Russ).
10. Website of the World Bank Available at: [www.worldbank.org/](http://www.worldbank.org/) (accessed: 10.05.2014).
11. Sturm M. et al. The Gulf Cooperation Council Countries: Economic Structures, Recent Developments and Role in the Global Economy / M. Sturm, J. Strasky, P. Adolf, D. Peschel // European Central Bank. Occasional Paper Series. no. 92 / July 2008. (In Russ).
12. World Investment Report 2014. Geneva: UNCTAD.
13. Biryukov E.S. Establishment of financial centers. *Nauchno-analiticheskii zhurnal Obozrevatel' Observer*. 2013. no. 12. p. 80. (In Russ).

**Information about authors:** Candidate of economic sciences, associate Professor.

УДК 338.3:669

## Прогнозирование кругооборота металла на отдельных стадиях его движения

© 2014 г. Г.И. Козлов\*

Роль оборота черных металлов в экономике страны невозможно переоценить. Для понимания процессов движения металла необходимо знать пропорции, складывающиеся в процессе его производства и распределения. Нужно представлять себе сложную структуру внутрипроизводственных взаимосвязей и пропорции не только в виде самых общих показателей, таких как объем производства, экспорт и импорт металлопродукции, но также и то, как эти показатели связаны между собой. Эти знания позволят успешно прогнозировать металлофонд, и составлять перспективные балансы лома. Межотраслевой баланс (МОБ) – экономико-статистическая модель, характеризующая межотраслевые производственные взаимосвязи в экономике страны, а также связи между выпуском продукции в одной отрасли и затратами ресурсов, израсходованных всеми остальными отраслями на обеспечение этого выпуска. МОБ составляется как в стоимостной, так и в натуральной формах. В данной статье автором предложен оригинальный метод, адаптированный под потребности расчета и ана-

\* Научный сотрудник института экономики ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, 105005, Москва, ул. Радио, 23/9, стр. 2, GRI86@inbox.ru

лиза движения стали между отдельными стадиями ее производства и потребления, основанный на методе межотраслевых балансов и матриц «затраты-выпуск» Леонтьева. Также представлен метод прогнозирования потоков металла на отдельных стадиях его кругооборота в экономике в зависимости от прогнозируемых объемов конечного потребления продукции из стали с целью определения прогнозных балансов образования и потребления стального лома.

**Ключевые слова:** затраты-выпуск, кругооборот металла, металлофонд, балансы стального лома.

Роль оборота черных металлов в экономике страны невозможно переоценить. Для понимания процессов движения металла необходимо знать пропорции, складывающиеся в процессе его производства и распределения. Нужно представлять себе сложную структуру внутрипроизводственных взаимосвязей и пропорции не только в виде самых общих показателей, таких как объем производства, экспорт и импорт металлопродукции, но также и то, как эти показатели связаны между собой. Эти знания позволят успешно прогнозировать металлофонд, и составлять перспективные балансы лома.

Межотраслевой баланс (МОБ) – экономико-статистическая модель, характеризующая межотраслевые производственные взаимосвязи в экономике страны, а также связи между выпуском продукции в одной отрасли и ресурсами, израсходованными всеми остальными отраслями на обеспечение этого выпуска. МОБ составляется как в стоимостной, так и в натуральной формах.

Межотраслевой баланс представляет собой систему линейных уравнений, которые могут быть записаны в виде таблиц, показывающих структуру затрат на производство в каждой отрасли. В столбцах отражается стоимостной состав ресурсов отраслей экономики по элементам промежуточного потребления и добавленной стоимости, в строках – направления использования ресурсов каждой отрасли. Этот метод применялся в СССР при планировании производства продукции и распределении ресурсов [1].

Из отечественных исследователей необходимо отметить С.С. Аптекаря, который применил метод МОБ при планировании ресурсов отдельного предприятия, их межцехового перемещения и использо-

вания [2]. В 2001 г. И.А. Буданов использовал этот метод для объяснения роли и функций черной металлургии России в рамках ее межотраслевых взаимодействий с другими отраслями экономики, а также для выявления закономерностей функционирования черной металлургии как отрасли [3].

Однако, поскольку в модели МОБ, по сути, отражены потоки материальных ресурсов в натуральном или стоимостном выражениях, то эту модель можно применить для записи любых связанных между собой потоков, напиме, для потоков движения стали между отдельными стадиями ее кругооборота, поскольку в процессах производства, обработки и эксплуатации она не изменяет своего химического состава, а только изменяет форму.

При составлении схемы потоков металла в данном исследовании было принято решение не расширять кругооборот металла до получения металла из руд, окускования, агломерации и получения чугуна, а ограничиться только сталью.

В процессе своего жизненного цикла сталь последовательно проходит несколько стадий: собственно стадия производства стали из чугуна и лома, стадия переработки в готовый прокат и металлоизделия, стадия металлообработки и производства конечной продукции и стадия эксплуатации, после чего она переходит в стальной лом и вновь используется для производства стали [4]. На каждой стадии кругооборота сталь частично безвозвратно теряется, частично превращается в отходы, которые используются потом в качестве сырья для металлургического производства, но основная ее часть переходит на следующую стадию кругооборота. Исключение составляет стадия эксплуатации, когда сталь заканчивает свой жизненный цикл в готовых изделиях,

Таблица 1

Кругооборот потоков металла, т (Circuit metal flows, t)							
Стадия кругооборота	Стадия производства стали ( $X_{1i}$ )	Стадия производства проката ( $X_{2i}$ )	Стадия производства и обработки готовых изделий, содержащих металл ( $X_{3i}$ )	Конечное потребление ( $Y_i$ )			Итого ( $X_i$ )
				Стадия эксплуатации ( $X_{4i}$ )	Безвозвратные потери ( $L_i$ )	Экспорт ( $\Sigma_i$ )	
Стадия производства стали ( $X_{1j}$ )	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$L_1$	$\Sigma_1$	$X_1$
Стадия производства проката ( $X_{2j}$ )	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	$X_{24}$	$L_2$	$\Sigma_2$	$X_2$
Стадия обработки и производства готовых изделий, содержащих металл ( $X_{3j}$ )	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	$X_{34}$	$L_3$	$\Sigma_3$	$X_3$
Стадия эксплуатации ( $X_{4j}$ )	$X_{41}$	$X_{42}$	$X_{43}$	$X_{44}$	$L_4$	$\Sigma_4$	$X_4$
Импорт ( $\Omega_j$ )	$\Omega_1$	$\Omega_2$	$\Omega_3$	$I_4$	$L\Omega$	$\Sigma\Omega$	
Баланс ( $B_j$ )	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$			
Итого	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$L_0$	$\Sigma x_0$	

машинах, оборудовании, конструкциях, сооружениях и т.п., в виде лома (за исключением безвозвратных потерь) и замыкает кругооборот на стадии производства стали.

Исходя из системы кругооборота металла таблица стадийных потоков металла будет иметь следующий вид (табл. 1).

Заполнение таблицы ведется исходя из видимого производства и потребления металла, чтобы исключить необходимость расчета разницы остатков продукции на складах и избежать загромождения расчетов. Однако в случае необходимости учета изменения складских запасов в модель легко может быть добавлена еще одна строка «Сальдо складских запасов» между строками «Импорт» и «Баланс».

В качестве учетной единицы был выбран «стальной эквивалент»<sup>1</sup>, поскольку конечным продуктом стадии производства металла является сталь. Далее в процессе обработки металл в виде стали переходит в готовые изделия, а затем на стадию эксплуатации, после чего в виде стального амортизационного лома выбывает из металлофонда. Там, где есть возможность учета чистого железа (например, потери в металлургическом производстве), показатели рассчитываются путем деления этих потерь на 0,99, принимая среднее содержание железа в стали в размере 99%. Также расчет в стальном эквиваленте целесообразен тем, что вся отчетность как по производству, так и по экспорту-импорту готовой металлопродукции публикуется в тоннах стали.

Заполнение таблицы удобно производить по строкам.

#### *Стадия производства стали*

Соответственно,  $X_{11}$  показывает количество металла в виде отходов и брака, образовавшегося и тут же использованного в производстве стали, т.е. оборотный лом стального производства, включая отходы от внепечной обработки стали и разливы как на УНПС, так и в слитки. Сюда включаются отходы сталеплавильных цехов металлургических производств и литейных производств машиностроительных заводов.

$X_{12}$  – количество металла, переданного из стального производства в прокатные цеха металлургических заводов и кузнечно-прессовые цеха машиностроительных предприятий.

$X_{13}$  – количество металла, передаваемого со стадии производства стали на стадию производства готовых изделий, содержащих металл. Здесь отражается металл, поступающий в литейное производство.

$X_{14}$  – количество стали, непосредственно переходящей на стадию использования после выплавки. Так как сталь практически не используется напрямую без предварительной обработки, значение в этой ячейке таблицы равно 0.

$L_1$  – безвозвратные потери металла при производстве стали.

$\Sigma_1$  – количество стали, отправленной на экспорт.

$X_1$  – Итоговое количество металла, использованного на стадии производства стали.

#### *Стадия производства проката:*

$X_{21}$  – металл в виде отходов прокатного производства, передаваемый в качестве шихты на стадию производства стали.

$X_{22}$  – характеризует количество металла в виде брака прокатного производства, который был исправлен и перекатан в металлопродукцию. Для наших расчетов можно принять за 0 ввиду трудности учета и незначимости объема показателя.

$X_{23}$  – количество металла, переданного в металлопотребляющие отрасли, такие как машиностроение и строительство, а также та его часть, которая была непосредственно использована предприятиями металлургической отрасли для производства готовых изделий.

$X_{24}$  – количество металла, не требующего переработки в готовые изделия и переданного из прокатного производства на стадию использования.

$L_2$  – безвозвратные потери металла при производстве проката и металлоизделий.

$\Sigma_2$  – количество проката и металлоизделий, отправленных на экспорт.

$X_2$  – итоговое количество металла, использованного на стадии производства готового проката и металлоизделий.

#### *Стадия металлообработки:*

$X_{31}$  – объем отходов в виде лома и брака металлообработки в промышленности, строительстве и металлургии при производстве готовых изделий.

$X_{32}, X_{33}$  – принимаются равными 0, поскольку на этих стадиях металл только обрабатывается и уже учтен ранее.

$X_{34}$  – количество металла в готовых изделиях и товарах, которое поступает в эксплуатацию в рамках страны из произведенных на ее территории металлосодержащих товаров, т.е. в ее металлофонд.

$L_3$  – количество безвозвратных потерь, образующихся при обработке металлопродукции.

$\Sigma_3$  – количество экспортируемого металла в готовых изделиях, например в машинах, оборудовании, конструкциях, а также в потребительских товарах.

$X_3$  – сумма всех потоков металла на этой стадии.

#### *Стадия эксплуатации:*

$X_{41}$  – количество амортизационного лома, выбывающего из металлофонда в текущем году.

$X_{42}$  – равен 0.

$X_{43}$  – равен 0, т.к. готовые изделия из стадии эксплуатации не идут обратно на стадию производства.

$X_{44}$  – количество металла в изделиях, выбывающих из эксплуатации в одном месте, но впоследствии снова используемых в других местах. Например, оборудование б.у. Теоретически можно принять его равным 0, поскольку объем таких изделий и товаров незначителен.

<sup>1</sup> Приведение всех показателей к металлу с содержанием железа 99,0 %.

$L_4$  – количество безвозвратных потерь металла от истирания и коррозии в процессе эксплуатации, а также от неполного сбора ломов.

$\Sigma_4$  – металл в изделиях, отправляемых на экспорт. Сюда включаются: экспортируемые оборудование и машины, конструкции, сооружения, а также амортизационный лом. Из-за сложности выделения ранее эксплуатировавшихся изделий из общего объема экспортируемых в данном расчете они не выделялись, а учтены в  $\Sigma_3$ .

$X_4$  – сумма всех потоков металла на стадии эксплуатации.

*Импорт:*

$\Omega_1$  – количество лома, импортируемого для металлургического производства.

$\Omega_2$  – количество импортируемой стальной заготовки для прокатного производства

$\Omega_3$  – количество импортируемого проката для производства готовых металлосоодержащих изделий и товаров.

$\Omega_4$  – количество импортируемого металла в виде машин, оборудования, конструкций, сооружений, товаров народного потребления и т.п., поступающих в стадию использования, т.е. в металлофонд страны.

$X_\Omega$  – количество импортируемого металла в сумме по всем стадиям кругооборота.

Согласно правилу балансовой модели количество поступающих ресурсов в ту или иную стадию кругооборота должно быть равно количеству использованных ресурсов, поэтому в последней строке «Итого» напротив стадий кругооборота будут стоять те же значения, что и суммарные по строкам, т.е.  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $L_0$  и  $\Sigma_0$  – суммарное количество безвозвратного потеряннного и экспортированного металла.

Однако если сложить количество полученных ресурсов по столбцам, то в некоторых случаях сумма окажется отличной от количества использованных. Это различие было отражено в отдельной строке «Баланс». Для стадии производства металла оно объясняется тем, что сталь производится не только из лома и отходов черных металлов, образовавшихся в этом году, но и из другого сырья – чугуна, железа прямого восстановления, ферросплавов и прочих

добавок, а также из амортизационного лома, собранного в текущем году, но выбывшего из металлофонда ранее. Таким образом,  $B_1$  отражает количество металла в «стальном эквиваленте», дополнительно необходимое для производства текущего количества стали. На стадии производства готового проката  $B_2$  равно 0. Для стадии производства готовых металлосоодержащих изделий  $B_3$  равно 0. Для стадии эксплуатации  $B_4$  – разница между стальной продукцией, вышедшей из стадии эксплуатации и поступившей в нее за текущий год. Таким образом, показатель  $B_4$  характеризует стальной прирост металлофонда, причем значение  $B_4 > 0$  показывает уменьшение металлофонда (вышло из металлофонда больше, чем поступило), а если  $B_4 < 0$ , то его увеличение на число  $B_4$ . Таким образом, данный метод помимо удобства представления информации о движении металла между отдельными стадиями дополнительно позволяет рассчитывать прирост (изменение) стального металлофонда страны за рассматриваемый период методом металлоинвестиций.

Весь экспортируемый лом будем считать амортизационным, т.е. вышедшим из стадии эксплуатации, поскольку не всегда возможно, основываясь на статистических данных, отделить экспортируемый лом со стадий производства проката, обработки готовой продукции из металла и стадии эксплуатации. А такое допущение облегчает необходимые расчеты, поскольку объем экспорта лома в несколько раз ниже объема образующегося амортизационного лома.

В табл. 2 приведены данные для 2012 г. В расчетах использовались данные государственных статистических агентств (ФТС, Росстат), института «ЧерметИнформация», а также собственные расчеты и наработки автора [8–11].

Таким образом, в 2012 г. расход металла на производство стальной заготовки составил 80,066 млн т. Количество произведенной стальной заготовки включает переданные на производство проката, металлообработку и экспорт (соответственно, 54,114 + 1,500 + 14,977 = 70,591 млн т).

На стадии производства проката и металлопродукции получено заготовки и слитков со стадии про-

Таблица 2

Кругооборот черных металлов в России в 2012 г., млн т (Circuit of ferrous metals in Russia in 2012, mln t)							
Стадия кругооборота	Стадия производства стали ( $X_{11}$ )	Стадия производства проката ( $X_{12}$ )	Стадия обработки и производства готовых изделий, содержащих металл ( $X_{13}$ )	Конечное потребление ( $Y_i$ )			Итого ( $X_i$ )
				Стадия эксплуатации ( $X_{14}$ )	Потери ( $L_i$ )	Экспорт ( $\Sigma_i$ )	
Стадия производства стали ( $X_{11}$ )	1,456	54,114	1,500	0	8,019	14,977	80,066
Стадия производства проката ( $X_{12}$ )	6,400	0	36,508	0	1,217	14,164	58,289
Стадия металлообработки и производства готовых изделий, содержащих металл ( $X_{13}$ )	2,853	0	0	36,274	0,408	2,730	42,265
Стадия эксплуатации ( $X_{14}$ )	8,355	0	0	0	1,921	5,736	16,012
Импорт ( $\Omega_i$ )	0,100	4,175	4,257	10,000	0	0	18,413
Баланс ( $B_j$ )	60,902	0	0	-30,262	0	0	–
Итого	80,066	58,289	42,265	16,012	12,231	37,607	–

изводства стали 54,114 млн т и импортировано 4,175 млн т. Произведено 24,830 млн т проката и 21,727 млн т металлопродукции (в т.ч. 9,724 млн т стальных труб; 6,153 млн т изделий дальнейшего передела, 4,602 млн т метизов; 1,278 млн т прочей металлопродукции). Из них экспортировано 14,164 млн т, в том числе 11,581 млн т проката и 2,583 млн т металлопродукции (1,518 млн т стальных труб; 0,434 млн т изделий дальнейшего передела, 0,224 млн т метизов; 0,407 млн т прочей металлопродукции). Передано на стадию металлообработки 36,508 млн т, включая 17,364 млн т проката и 19,144 млн т металлопродукции.

На стадии металлообработки импортировано 4,257 млн т (в том числе 0,774 млн т стальных труб; 1,930 млн т изделий дальнейшего передела, 0,486 млн т метизов; 1,067 млн т прочей металлопродукции).

Со стадии обработки на стадию эксплуатации передано 36,274 млн т и на экспорт 2,730 млн т. Дополнительно было импортировано машин, оборудования и прочих металлосодержавших готовых изделий приблизительно на 10, млн т. В то же время со стадии эксплуатации вышло 16,012 млн т металла, в т.ч. экспортировано 5,736 млн т лома, использовано в металлургическом производстве 8,355 млн т и безвозвратно потеряно из-за истирания и коррозии, а также неполного сбора лома 1,921 млн т. В итоге прирост металла на стадии эксплуатации (металлофонда) в 2012 г. составил 30,262 тыс. т.

По аналогии со схемой межотраслевого баланса Леонтьева в нашей схеме баланса металла также существуют 4 раздела. Раздел I отражает межстадийные потоки металла в процессе текущего производственного потребления. Раздел II характеризует конечное потребление металла, в том числе экспортные операции и потребление «в потери». Раздел III баланса показывает дополнительные источники металла для производственного потребления. Последний IV раздел носит чисто информативный характер. Использование такой балансовой таблицы позволяет не только рассмотреть текущие потоки металла, но и спрогнозировать их изменение в будущем. Причем в отличие от ранее применявшихся громоздких методов по пересчету продукции каждого передела черной металлургии [5–7] наш метод потребует меньше времени и усилий и позволит также просчитать образующиеся ресурсы оборотного лома.

Таблицы межотраслевого баланса Леонтьева позволяют составлять матрицы прямых и полных затрат отраслей экономики. По аналогии приведенные выше схемы позволяют составить матрицы потоков металла. Мы можем записать формулу элементов матрицы прямых затрат, которая выглядит следующим образом:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}.$$

В матрицу прямых затрат включаются только те потоки, которые зависят друг от друга, т.е. потоки металла по стадиям производства стали, проката и металлопродукции и обработки изделий, содержащих

металл. Таким образом при увеличении (уменьшении) производства на одной из стадий потоки металла с этой стадии на другие увеличатся (уменьшатся).

Полученная матрица будет иметь следующий вид:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}.$$

В то же время элементы таблицы со стадии эксплуатации металлоизделий не включены в матрицу, поскольку увеличение поступления ресурсов металла на эту стадию не увеличивает выход металла с этой стадии в этот же год, а металл в форме амортизационного лома выбывает с этой стадии в течение определенного промежутка лет после металлоинвестирования.

Матрица коэффициентов полных затрат будет иметь следующий вид:

$$B = (E - A)^{-1},$$

где  $A$  – матрица прямых затрат;  $E$  – единичная матрица, а зависимость между конечным потреблением и валовым выпуском будет записана следующим образом:

$$X = (E - A)^{-1} \cdot Y,$$

$$\text{где } X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} - \text{вектор полного выпуска; } Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{pmatrix} -$$

вектор конечного потребления.

Причем конечный выпуск (вектор  $Y$ ) состоит из экспорта металла, перехода металла на стадию использования и безвозвратных потерь:

$$Y = \Sigma + X_4 + L,$$

где  $\Sigma$ ,  $X_4$  и  $L$  – соответствующие вертикальные векторы.

Поскольку уровень безвозвратных потерь определяется техническим и технологическим оснащением производства и на коротких промежутках времени в масштабах страны практически не меняется, это дает возможность, рассчитав его однажды, в дальнейшем записать как функцию от полного объема выпуска и лишь корректировать каждый следующий год на основе новых отчетных данных.

Другими словами,  $L = \hat{L} * X$ , где  $\hat{L}$  – матрица, диагональными элементами которой являются доли безвозвратных потерь металла в валовом выпуске:

$$\hat{L} = \begin{bmatrix} \frac{L_1}{X_1} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{L_2}{X_2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{L_3}{X_3} \end{bmatrix}.$$



Перепишем уравнение полных затрат в виде:

$$X = (E - A)^{-1} \cdot (\Sigma + X_4 + \hat{I} \cdot X).$$

Раскроем скобки

$$X = (E - A)^{-1} \cdot (\Sigma + X_4) + (E - A)^{-1} \cdot \hat{I} \cdot X.$$

Перенесем слагаемые с вектором  $X$  в левую часть выражения и сгруппируем их

$$(E - A)^{-1} \cdot \hat{I} \cdot X = (E - A)^{-1} \cdot (\Sigma + X_4)$$

$$(E - (E - A)^{-1} \cdot \hat{I}) \cdot X = (E - A)^{-1} (\Sigma + X_4).$$

Выразим вектор конечного выпуска ( $X$ ) из этого выражения путем домножения на матрицу, обратную той, которая находится при  $X$ .

$$X = (E - (E - A)^{-1} \cdot \hat{I})^{-1} \cdot (E - A)^{-1} \cdot (\Sigma + X_4).$$

В результате получаем зависимость вектора конечного выпуска от объема экспорта металла и объема его использования в виде готовых изделий на территории страны (выделено в формуле). Имея данные об объемах движения металла за предыдущий год, а также спрогнозированные объемы экспорта и потребления продукции в последующий год, мы можем высчитать необходимый объем производства металла на промежуточных стадиях его обработки, а затем ресурсы, требующиеся для такого производства, а также образующиеся в результате отходы в виде стального лома. Для этого нужно умножить матрицу коэффициентов прямых затрат на матрицу, диагональные элементы которой суть объемы конечного выпуска  $X_j$ , а все остальные элементы равны 0.

$$F = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_1 & 0 & 0 \\ 0 & X_2 & 0 \\ 0 & 0 & X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix}.$$

Дальше происходит заполнение прогнозной таблицы постадийных потоков элементами матрицы  $F$ .

$$\sum_{i=1}^4 X_{i1} + I_1.$$

Сумма будет отражать количество лома, потребленное в сталеплавильном производстве. Вычитая это количество из  $X_1$ , получим объем необходимых дополнительных поступлений металла с чугуном и из прочих источников.

Аналогично, умножение объема потребления металла  $X$  на коэффициенты безвозвратных потерь позволяет вычислить количество этих потерь и записать их в прогнозную таблицу. Спрогнозировав импорт металла на каждую из стадий кругооборо-

та, можно рассчитать балансовые отклонения  $B_j$ . В итоге прогнозная таблица будет заполнена полностью.

Таким образом, предложенный метод позволяет удобно наглядно в табличном виде представить движение металла между отдельными стадиями его кругооборота в экономике страны. Поточковый вид модели позволяет отслеживать недостаток или избыток ресурсов металла на отдельных стадиях его кругооборота. Метод также позволяет прогнозировать перспективную потребность в металле и металлопродукции на отдельных стадиях кругооборота металла с учетом сохранения межстадийных пропорций движения металла. Осуществляемые расчеты дают возможность подсчета образования лома на стадиях производства стали, стальной металлопродукции и ее обработки, что является важным для составления балансов лома черных металлов. Образование амортизационного лома определяется по отдельным методикам, не являющимся предметом обсуждения в настоящей статье.

#### Библиографический список

1. Моделирование народнохозяйственных процессов / Под ред. В. С. Дадаева. М.: Экономика, 1973. 479 с.
2. Антекар С.С., Краснова В.В., Процев В.А. Планирование и анализ стоимостных показателей на металлургическом предприятии. М.: Металлургия, 1986. 224 с.
3. Буданов И.А., Суворов Н.В. Металлургия в системе межотраслевых взаимосвязей в российской экономике // «Экономист». 2002. №1. С. 26–32.
4. Зусман Л.Л. Металлический фонд народного хозяйства СССР. М.: Металлургия, 1975. 408 с.
5. Зусман Л.Л. Народнохозяйственные проблемы экономики металла. М.: Экономика, 1985. 232 с.
6. Сиваковский Л.И., Гинзбург З.Б. Металлоснабжение народного хозяйства СССР. М.: Металлургия, 1989. 255 с.
7. Аркус Р., Мовшович Г. Проблема оборотного металла. М.: ОГИЗ СОЦЭКГИЗ, 1935. 201 с.
8. URL:<http://www.customs.ru/> – сайт ФТС РФ (дата обращения: 10.06.2014).
9. URL:<http://www.gks.ru/> – сайт ФГС РФ (дата обращения: 10.06.2014).
10. URL:<http://chermetinfo.com/> Сайт ОАО «Черметинформация» (дата обращения: 10.06.2014).
11. Козлов Г.И., Райков Ю.Н. Металлический фонд черных металлов России (методика и результаты расчетов) // «Экономика в промышленности». 2013. № 2. С. 13–17.

*Ekonomika v promyshlennosti*=*Economy in the industry*  
2014, no. 3 (23) – July – September, pp. 42 – 48  
ISSN 2072-1633

**Prediction of metal turnover  
on separate stages of its movement**

**Kozlov G.I.** – State Scientific Center of the Russian Federation  
FSUE «TsNIIChermet them. I.P. Bardina» 105005, Moscow,  
st. Radio 23/9, building 2, GRI86@inbox.ru

**Abstract:** The role of the iron turnover in the economy can not be overestimated. To understand the processes of iron motion you need to know the proportion of metal used in the process of its production and distribution. Need to think of a complex structure intraindustrial relationships, establish proportions not only in the form of the most common indicators such as output, exports and imports of steel, but also how these parameters interact with each other. Knowledge of these flows will allow successfully predict metal fund, and to make long-term balance sheets of scrap. Interbranch balance (MOB) – economic-statistical model, which characterizes the inter-industry production linkages in the economy, as well as the connection between the release of products in the same industry and the cost of resources used up all the other sectors in the provision of this release. MPS is made as to the value and natural forms. In this article, the author of an original method, adapted to the needs of the calculation and analysis of the movement of steel between the individual stages of its production and consumption, based on the method-output tables and matrices «input-output» Leontiev. Also presented a method to predict the flow of metal in the individual stages of its circulation in the economy, depending on the projected volumes of final consumption of steel products in order to determine the forecast balances education and consumption of steel scrap.

**Keywords:** input-output circuit metal, metal fund, balance sheets of steel scrap.

**References**

1. *Modelirovanie narodnokhozyaystvennykh protsessov*. [Simulation of national economic processes] Pod red. V. S. Dadayana. Moscow: *Ekonomika*, 1973. 479 p. (In Russ).
2. Aptekar' S.S., Krasnova V.V., Protsiv V.A. *Planirovaniye i analiz stoimostnykh pokazatelei na metallurgicheskoy predpriyatii*. [Planning and analysis of cost indicators at the metallurgical plant] Moscow: *Metallurgiya*, 1986. 224 p. (In Russ).
3. Budanov I.A., Suvorov N.V. Metallurgy in the inter-industry linkages in the Russian economy // «*Ekonomist*». 2002. n.1. pp. 26–32. (In Russ).
4. Zusman L.L. *Metallicheskiy fond narodnogo khozyaystva SSSR*. [Metal fund the national economy USSR] Moscow: «*Metallurgiya*», 1975. 408 p. (In Russ).
5. Zusman L.L. *Narodnokhozyaystvennyye problemy ekonomii metalla*. [Problems of national economy to save metal] Moscow: *Ekonomika*, 1985. 232 p. (In Russ).
6. Spivakovskii L.I., Ginzburg Z.B. *Metallonabazheniye narodnogo khozyaystva SSSR*. [Metal national economy USSR]. Moscow: «*Metallurgiya*», 1989. 255 p. (In Russ).
7. Arkus R., Movshovich G. *Problema oborotnogo metalla*. [The problem of working metal] Moscow: *OGIZ SOTS'EKGIZ*, 1935. 201 p. (In Russ).
8. Available at: <http://www.customs.ru/> – Website Federal Customs Service of Russia (accessed: 10.06.2014). (In Russ).
9. Available at: <http://www.gks.ru/> – Website Federal State Statistics Service. (accessed: 10.06.2014).
10. Available at: <http://chermetinfo.com/> – Website OAO «*Chermetinformatsiya*». (accessed: 10.06.2014). (In Russ).
11. Kozlov G.I., Raikov Yu.N. Fundferrous metal Russia (method and results of calculations) «*Ekonomika v promyshlennosti*» 2013. n.2. pp. 13–17. (In Russ).

**Information about authors:** Researcher, Institute of Economics.