

Обеспечение устойчивого инновационного развития предприятий металлургического комплекса¹

В.А. Штанский

Институт экономики ФГУП ЦНИИчермет им. И.П. Бардина,
105005, Москва, ул. Радио, д. 23/9, стр. 2

Аннотация. Показано, что важнейшими факторами, определяющими устойчивое инновационное развитие металлургического комплекса, являются наличие конкурентоспособных мощностей по производству металлопродукции при систематическом спросе на российскую металлопродукцию как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Определено, что в результате реализации ведущими металлургическими компаниями крупных инвестиционных программ, реализованных в черной металлургии России, созданы производственные мощности, способные производить ряд видов конкурентоспособной на мировом рынке продукции.

Однако, реализация этого потенциала резко ограничивается вследствие недостаточного развития машиностроительного комплекса.

В результате сложился значительный разрыв между созданным за годы благоприятной экономической конъюнктуры крупным производственно-экономическим потенциалом российских металлургических компаний и ограниченными возможностями использования этого потенциала.

Обоснованы различные меры развития металлопотребляющих отраслей, включающее максимально возможное расширение источников финансирования, как за счет государственной поддержки, так и за счет привлечения частных инвестиций, в значительной степени на основе государственно-частного партнерства.

Ключевые слова: инновационное развитие, металлургический комплекс, конкурентоспособность, инвестиции, рентабельность, внутренний рынок, экспорт, государственная поддержка, импортозамещение, льготное кредитование, стоимость кредитных средств

Ensuring sustainable innovative development of the metallurgical complex enterprises

V.A. Shtansky

Federal State Unitary Enterprise L.P. Bardin Central Research Institute for Ferrous Metallurgy,
23/9, block 2, Radio St., Moscow 105005, Russia

Abstract. It is shown that the most important factors determining the sustainable innovative development of the metallurgical complex are the availability of competitive metal production capacities with the systematic demand for Russian metal products both in the domestic and foreign markets.

It was determined that as a result of the implementation of major investment programs by leading metallurgical companies implemented in the iron and steel industry of Russia, production capacities have been created competitive types product of in the world market.

However the realization of this potential is sharply limited due to the insufficient development of the engineering complex.

¹Статья подготовлена по материалам доклада на международной научно-практической конференции Института экономики и управления промышленными предприятиями имени В.А. Роменца НИТУ «МИСиС» «Теоретические и прикладные вопросы развития промышленных предприятий, финансово-экономические и управленческие аспекты», 21 мая 2019 г.

As a result, there was a significant gap between the large production and economic potential of Russian metallurgical companies created over the years of favorable economic conditions and the limited opportunities to use this potential. Various measures for the development of metal-consuming industries have been substantiated, including the maximum possible expansion of sources of financing, both through state support and by attracting private investment, largely through public-private partnerships.

Keywords: innovative development, metallurgical complex, competitiveness, investments, profitability, domestic market, export, governmental support, import substitution, soft loans, loan value

For citation: Shtansky V.A. Ensuring sustainable innovative development of the metallurgical complex enterprises. *Ekonomika v promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics*. 2019. Vol. 12. No. 4. Pp. 466–472. (In Russ.). DOI: 10.17073/2072-1633-2019-4-466-472

Введение

Металлургический комплекс занимает важнейшее место в промышленности России. На его долю приходится около 12 % промышленного производства, в том числе: предприятия черной металлургии – 8 %, цветной – 4 %. Доли продукции черной и цветной металлургии в экспорте составляет, соответственно, 6 и 3,5 % [1].

По производству стали черная металлургия России занимает пятое место в мире, по производству важнейших цветных металлов – никеля и алюминия – второе место [2].

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» вносит значительный вклад в разработку технологий по производству высокотехнологичной продукции (высокопрочные композиционные материалы, особо твердые сплавы, жаропрочные материалы и др.), разработку ряда ресурсосберегающих технологий [3].

НИТУ «МИСиС» осуществляет активное сотрудничество с рядом ведущих металлургических компаний и предприятиями государственной компании Ростехнология.

НИТУ «МИСиС» является базовой организацией государств – участников СНГ по профессиональной переподготовке и повышению квалификации кадров для горно-металлургической отрасли.

Основные факторы обеспечения условий устойчивого инновационного развития металлургического комплекса

На основе разработок ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» по стратегии развития предприятий металлургического комплекса, разработок Института управления и экономики НИТУ «МИСиС» по эффективности производства и коммерциализации производства наукоемкой продукции на базе прикладных научных организаций и материалов металлургических

компаний можно сделать вывод, что важнейшими факторами, определяющими устойчивое инновационное развитие металлургического комплекса, являются:

- наличие конкурентоспособных мощностей по производству металлопродукции;
- наличие спроса на металлопродукцию российской металлургии как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

В результате реализации ведущими металлургическими компаниями крупных инвестиционных программ, реализованных, в черной металлургии России созданы производственные мощности, способные производить ряд видов конкурентоспособной на мировом рынке продукции: толстолистовой прокат со станов 5000, горячекатаный и холоднокатаный прокат, том числе для автомобильной промышленности, листовой прокат с цинковым и полимерными покрытиями, различные виды сортового проката и др.

За период с 2004 по 2018 гг. российские металлургические компании за счет собственных средств инвестировали более 1,9 трлн руб. или 49 млрд долл. (в том числе за 2004–2013 гг. – 1470 млрд руб., или около 43 млрд долл., и за 2014–2016 гг. – 442 млрд руб. или 6 млрд долл.).

Среднегодовой размер инвестиций в черную металлургию России в период 2014–2018 гг. по сравнению с дореформенным периодом (1986–1990 гг.) увеличился в 1,3 раза: с 2,5 до 3,9 млрд долл.

Такое резкое увеличение инвестиций в период после 2003 г. было тем более значимым, поскольку в период 1991–2003 гг. они сократились до уровня 1 млрд долл., т. е. в 2,5 раза по сравнению с дореформенным периодом.

Крупнейшие металлургические компании занимают ведущие позиции по показателям экономической эффективности. В соответствии со специальным докладом «400 крупнейших

компаний России» в 2018 г. восемь металлургических компаний входили в 20 крупнейших компаний России по размерам прибыли (ПАО «Северсталь» – 176 млрд руб. – 10-я позиция, ПАО «Норникель» – 169 млрд руб. – 11-я позиция, Группа «НЛМК-Новолипецкий» – 106 млрд руб. – 15-я позиция, ПАО «АЛРОСА» – 101 млрд руб. – 16-я позиция) [4, С. 85–103].

В среднем рентабельность предприятий черной металлургии за период 2010–2018 гг. составила 12 % с колебаниями от 18–16 % в 2010–2011 гг. до 5,6 % в 2015 году.

Однако обеспечение устойчивого развития предприятий металлургического комплекса удавалось обеспечивать лишь путем значительной доли экспортных продаж.

Объем продаж проката черных металлов на внутренний рынок составлял не многим более 55 % всего производства, а по цветным металлам на внешний рынок поставлялось: по никелю – около 93 %, алюминию – порядка 85 %.

В настоящее время при доле черной металлургии России в мировом производстве стали 4,5 %, продажи на экспорт составляют 7,0 % в мировом экспорте, т. е. более чем в полтора раза превышают долю в мировом производстве [2].

Объемы продаж металлопродукции на экспорт достигли в 2015 г. 29,1 млн т и в 2016–2017 гг. 31,2 млн т.

Среди ведущих стран-производителей металлопродукции в мире, на которые приходится почти 75 % мирового производства, для России характерно наибольшее отношение размеров экспорта металлопродукции к продажам на внутреннем рынке (по данным 2015 г., %: Россия – 81; Япония – 54; Ю. Корея – 30; Индия – 25; США – 11).

В Китае это соотношение было в 2014–2015 гг. 11 и 13,5 % или, соответственно, 93 млн т и 112 млн т из 822 и 804 млн т.

В 2013 г., при действующем валютном курсе рубля, эффективность экспорта из России снизилась до минимальных размеров.

И лишь в результате почти двукратного ослабления курса рубля с 2014 г. эффективность экспорта металлопродукции российскими компаниями резко выросла.

Однако в последующем влияние эффективных внешнеэкономических факторов последовательно сокращалось. Исходя из оценки основных факторов формирования размеров мирового экспорта есть все основания полагать, что возможности увеличения экспорта металлопродукции российскими компаниями практически исчерпаны:

- мировые размеры экспорта возрастают более медленными темпами, чем производство и потребление металлопродукции: за 2000–2016 гг. размер экспорта по отношению к производству проката сократился с 36 до 26,7 %, т. е. более чем на 9 пунктов, а по отношению к видимому потреблению с 40 до 28,8 %, т. е. более чем на 11 пунктов [2];

- высокими темпами наращивается производство в ряде развивающихся стран – Индии, Бразилии, Турции, и эти страны увеличивают экспорт;

- в условиях экономических санкций страны Евросоюза, США и отдельные развивающиеся страны, под их влиянием, ограничивают импорт из России.

При сложившихся в настоящее время курсе рубля, мировых ценах на прокат, железорудное сырье и металлургическое топливо снижается экономическая эффективность экспорта по сравнению с продажами на внутренний рынок. Кроме того, для металлургических компаний России, расположенных в восточной части страны, это обусловлено также дополнительными транспортными затратами до конечного потребителя: расстояние до морских портов европейской части России от заводов Урала – порядка 2–2,5 тыс. км, Западной Сибири – порядка 3,5 тыс. км, против, в среднем по России, расстояние перевозок на экспорт составляет 1200–1500 км.

Таким образом, сложился значительный разрыв между созданным за годы благоприятной экономической конъюнктуры крупным производственно-экономическим потенциалом российских металлургических компаний и ограниченными возможностями использования этого потенциала: возможность увеличения экспорта исчерпана, а внутренний рынок весьма ограничен главным образом ввиду небольшого спроса машиностроительными предприятиями [6].

Российское машиностроение вследствие изначально низкой конкурентоспособности, резко проявившейся при переходе в рыночную экономику, не могло по значительной части изделий конкурировать с поставками зарубежных машин.

Рентабельность производства по работавшим машиностроительным предприятиям не превышала 4–5 % в год.

И, как следствие, отсутствие собственных средств, при практически полном отсутствии государственных инвестиций, обуславливало падение производства машиностроительной продукции в России.

Если в условиях плановой экономики доля инвестиций в производство машин и оборудования в общем объеме инвестиций в экономику России составляла порядка 8,5 %, то в последние два десятилетия 2,7–2,8 %, т. е. снизилась почти в 3 раза.

Недостаток машин, оборудования и транспортных средств покрывался импортом, который достиг своего пика в 2012 г. – 158,0 млрд долл. США. В последующие годы он начал снижаться и достиг в 2015 г. уровня в 82 млрд долл. США, но в 2016 г. он опять начал повышаться – 86,3 млрд долл. США. В годы «большого импорта» косвенный ввоз металла в страну достигал 12–14 млн т (по расчетам на основе данных Росстата России) [1]. И это при том, что российские металлургические компании имеют возможность производить по существу все виды металлопродукции.

По бюджетной оценке Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, гражданским отраслям обрабатывающей промышленности, а это более 20 отраслей, в том числе станкостроение, тяжелое машиностроение, энергетическое и газовое машиностроение, транспортное и сельскохозяйственное машиностроение, машиностроение для пищевой промышленности, только для реализации отраслевых планов по импортозамещению критических видов продукции необходимо 1,5 трлн руб. При этом подавляющая часть – 1265 млрд руб. – из частных инвестиций и 235 млрд руб. – из государственных. Это означает, что выделяемые для фондов развития промышленности 20 млрд руб. смогут только в течение 10 лет обеспечить всю потребность в государственном финансировании [7–9]. Важным источником прямых бюджетных инвестиций является точечное государственное финансирование в рамках отдельных контролируемых государством проектов. Но это, как правило, особо крупные предприятия.

Кроме прямых инвестиций, государственная поддержка осуществляется посредством мер субсидирования: скидки на цены отдельных видов сельскохозяйственного оборудования, изготавливаемых российскими предприятиями, частичное субсидирование ключевой процентной ставки по предоставляемым кредитам. Однако все эти меры точечной поддержки применимы, как правило, к крупным предприятиям. Средние же и мелкие предприятия зависят целиком от стоимости кредитных средств и, в конечном итоге, от высокого уровня ключевой процентной ставки.

Снижение ключевой процентной ставки (в настоящее время 7,5 %) происходит достаточно медленно. И главным фактором, который обеспечит ее последовательное снижение, является достижение стабильного низкого уровня инфляции. Центральный банк России поставил задачу стабилизировать инфляцию на уровне 4 %. Но даже при таком уровне инфляции ключевая ставка предоставления кредита Центральным банком коммерческим банкам будет примерно на 2–3 % выше уровня инфляции и составит около 7 %. Реальная же ставка предоставления кредита промышленным предприятиям коммерческими банками будет еще выше на 3–4 %, т. е. около 10–11 %. (Для сравнения – в США, странах Европейского Союза и Китая реальная кредитная ставка находится на уровне 3–4 %).

Это означает, что реальная процентная ставка кредитования средних и мелких предприятий в России, а это значительная часть предприятий машиностроения, будет выше, чем в промышленно развитых странах. Более того, такой уровень реальной процентной ставки может быть выше возможной рентабельности производства отдельных машин и оборудования.

Для масштабного развития машиностроения и на этой основе увеличения спроса на металлопродукцию необходимо максимально возможное расширение источников финансирования, как за счет государственной поддержки, так и за счет привлечения частных инвестиций, в значительной степени на основе государственно-частного партнерства [9, 10].

Сферой же применения этих инвестиций должны быть прежде всего объекты импортозамещения. На продукцию этих объектов существует стабильный спрос, а создание российских мощностей для их производства будет содействовать обеспечению экономической безопасности, получению доходов и налоговых поступлений от производства импортозамещаемой продукции и металлопродукции, используемой для ее производства. Развитие импортозамещения посредством создания соответствующих мощностей на российских площадках будет способствовать возрождению, а в ряде случаев и созданию новых отраслевых конструкторских и научно-технических разработок.

Следует подчеркнуть, что лишь в последние годы за счет государственной поддержки удалось обеспечить рост производства отдельных видов сельскохозяйственного и строительного машиностроения [10–13].

В статье «Экономическое чудо» в отдельно взятой отрасли» [11] директора ассоциации Росспецмаша показана возможность стремительного подъема сельскохозяйственного машиностроения при наличии государственной поддержки. Так, на предприятиях ассоциации Росспецмаш объем производства сельскохозяйственной техники в России за период 2015–2017 гг. практически удвоился с 55,7 млрд руб. до 107,2 млрд руб. При этом только в 2017 г. было выпущено 150 новых моделей. Производство полноприводных тракторов за этот период увеличилось с 1353 до 2450 штук, зерноуборочных комбайнов с 3762 до 5777 единиц.

При этом были использованы следующие меры государственной поддержки такого развития:

- льготное кредитование производителей (кредиты под 5 % вместо обычных от 15 %);
- субсидирование государством скидок на сельхозтехнику;
- субсидирование транспортировки машиностроительной сельскохозяйственной продукции к потребителю;
- предоставление субсидий отдельным регионам на закупку сельхозтехники.

Как показывает проведенный анализ, важнейшее значение для обеспечения устойчивого развития металлургического комплекса и металлопотребляющих отраслей имеет обоснование и выбор, на основе комплексных экономических расчетов, источников финансирования инвестиций.

Методические аспекты выполнения методических расчетов достаточно подробно рассмотрены в ряде работ [14–22].

Заключение

Таким образом, устойчивое развитие металлургического комплекса обеспечивается созданным конкурентоспособным потенциалом. Однако, реализация этого потенциала резко ограничивается вследствие недостаточного развития машиностроительного комплекса.

Такая диспропорция в развитии предприятий металлургического комплекса и значительной части металлопотребляющих отраслей не была спрогнозирована при учете всего комплекса факторов внутреннего и внешнего развития российской экономики. По существу же металлургические компании определяли масштабы своего развития методом «проб и ошибок», исходя из учета собственных ресурсов при совершенно недостаточном учете всего комплекса внешних факторов. Поэтому важнейшее

значение имеет теоретическое и методологическое обоснование концепции создания производственного потенциала предприятий в условиях глобальной рыночной экономики с учетом конкретных особенностей отдельных видов производственно-экономической деятельности.

Как показывают расчеты и проведенный анализ, устойчивое развитие предприятий металлургического комплекса может быть обеспечено при соответствующем интенсивном развитии металлопотребляющих отраслей, прежде всего машиностроительного комплекса, как за счет различных мер государственной поддержки, так и широкого привлечения частных инвестиций.

Библиографический список

1. Российский статистический ежегодник. М.: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2000–2017.
2. World Steel Association. Steel Statistical Yearbook, 2018.
3. Сидорова Е.Ю., Костюхин Ю.Ю., Штанский В.А., Черноволенко С.Е. Концептуальная модель механизма формирования научных знаний, используемых для производства наукоемкой продукции и механизм ее оценки // Экономика в промышленности. 2018. Т. 11. № 4. С. 359–367. DOI: 10.17073/2072-1633-2018-4-359-367
4. Четыреста крупнейших компаний России: специальный доклад // Эксперт. 2018, октябрь. № 43.
5. Панов П. Правительство поддерживает основы промышленности // Известия. 16 марта 2016. С. 2.
6. Budanov I.A., Ustinov V.S. Processes and mechanisms of the long-term development of Russia's construction materials complex. Studies on Russian Economic Development. 2013. V. 24. N. 1. P. 15–25.
7. Хасанов Т. Импортзамещение обойдется в полтора миллиарда рублей! // Известия. 3 апреля 2015. С. 2.
8. Комиссаров А. О создании новых производств в России // Известия. 29 марта 2017. С. 3.
9. Штанский В.А. Принципы обоснования и финансирования на основании государственно-частного партнерства проектов импортзамещения с целью повышения экономической безопасности. М.: Институт экономики РАН, 2017. С. 255–259.
10. Грибков А. Станкостроение России: шаги к восстановлению // Металлы Евразии. 2017. № 5. С. 47–49.

11. Елизарова А. «Экономическое чудо» в отдельно взятой отрасли // *Металлы Евразии*. 2018. № 5. С. 46–49.

12. Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы // *Материалы II Международной научно-практической конференции*. Н. Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2014. 492 с.

13. Царев В.В. Оценка экономической эффективности инвестиций. СПб.: Питер, 2004. 464 с.

14. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. М.: Олимп-Бизнес, 2015. 1120 с.

15. Бригхэм Ю. Энциклопедия финансово-менеджмента. М.: Экономика, 1998. 815 с.

16. Гитман Л.Дж., Джонк М.Д. Основы инвестирования. М.: Дело, 1997. 1008 с.

17. Кинг А.М. Тотальное управление деньгами: комплексная система прогнозирования и оптимизации денежных потоков. СПб.: Полигон, 1999. 448 с.

18. Ансофф И. (при содействии Эд.Дж. Макдоннелло). Новая корпоративная стратегия. СПб.: Питер, 1999. 416 с.

19. Норткотт Д. Принятие инвестиционных решений. М.: Банки и Биржи, Юнити, 1997. 219 с.

20. Холт Р.Н. Основы финансового менеджмента. М.: Дело, 1993. 126 с.

21. Шарп У., Александер Г., Бейли Дж. Инвестиции. М.: ИНФА-М, 2018. 1028 с.

22. Шим Д.К., Сигел Д.Г. Методы управления стоимостью и анализа затрат. М.: Изд-во «Филинь», 1996. 344 с.

References

1. Russian Statistical Yearbook. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat). 2000–2017. (In Russ.)

2. World Steel Association. Steel Statistical Yearbook, 2018.

3. Sidorova E.Yu., Kostyukhin Yu.Yu., Shtansky V.A., Chernovolenko S.E. The conceptual model of the mechanism of formation of the potential of scientific knowledge used for the production of high-tech products and the mechanism of its evaluation. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2018. Vol. 11. No. 4. Pp. 359–367. (In Russ.). DOI: 10.17073/2072-1633-2018-4-359-367

4. The four hundred largest companies in Russia: special report. *Ekspert = Expert*. 2018. No. 43. (In Russ.)

5. Panov P. The government supports the foundations of industry. *Izvestiya*. March 15, 2016. P. 2. (In Russ.)

6. Budanov I.A., Ustinov V.S. Processes and mechanisms of the long-term development of Russia's construction materials complex. *Studies on Russian Economic Development*. 2013. Vol. 24. No. 1. Pp. 15–25.

7. Hasanov T. Import substitution will cost one and a half billion rubles. *Izvestiya*. April 3, 2015. P. 2. (In Russ.)

8. Komissarov A. On the creation of new industries in Russia. *Izvestiya*. March 29, 2017. P. 3. (In Russ.)

9. Shtansky V.A. *Printsipy obosnovaniya i finansirovaniya na osnovanii gosudarstvenno-chastnogo partnerstva proektov importozameshcheniya s tsel'yu povysheniya ekonomicheskoi bezopasnosti* [The principles of justification and financing on the basis of a public-private partnership of import substitution projects in order to increase economic security]. Moscow: Institute of Economics RAS, 2017. Pp. 255–259. (In Russ.)

10. Gribkov A. Machine tool industry in Russia: Steps to recovery. *Eurasian Metals*. 2017. No. 5. Pp. 47–49. (In Russ.)

11. Elizarova A. “Economic miracle” in a single industry. *Eurasian Metals*. 2018. No. 5. Pp. 46–49. (In Russ.)

12. Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii: problemy i perspektivy [Economic security of Russia: problems and prospects]. Materials of the II International scientific-practical conference. *Materials of the II International Scientific and Practical Conference*. N.Novgorod: Nizhegorodskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet im. R.E. Alekseeva, 2014. 492 p. (In Russ.)

13. Tsarev V.V. *Otsenka ekonomicheskoi effektivnosti investitsii* [Assessment of the economic efficiency of investments]. St. Petersburg: Piter, 2004. 464 p. (In Russ.)

14. Breili R., Mayers S. *Printsipy korporativnykh finansov* [Corporate Finance Principles]. Moscow: Olimp-Biznes, 1997. 1120 p. (In Russ.)

15. Brighem Yu. *Entsiklopediya finansovogo menedzhmenta* [Fundamentals of financial management]. Moscow: Ekonomika, 2015. 815 p. (In Russ.)

16. Gitman L.G., Joehnk M.D. *Osnovy investirovaniya* [Fundamentals of Investing]. Moscow: Delo, 1997. 1008 p. (In Russ.)

17. King A.M. *Total'noe upravlenie den'gami: kompleksnaya sistema prognozirovaniya i*

optimizatsii denezhnykh potokov [Total cash management: Integrated system for forecasting and optimizing cash flows]. St. Petersburg: Poligon, 1999. 448 p. (In Russ.)

18. Ansoff I. Assisted by McDonnell E.J. *Novaya korporativnaya strategiya* [The New Corporate Strategy]. St. Petersburg: Piter, 1999. 416 p. (In Russ.)

19. Northcott D. *Prinyatie investitsionnykh reshenii* [Making investment decisions]. Moscow: Banki i Birzhi, YUNITI, 1997, 219 p. (In Russ.)

20. Holt R.N. *Osnovy finansovogo menedzhmenta* [Fundamentals of financial management]. Moscow: Delo, 1993. 126 p. (In Russ.)

21. Sharpe W., Alexander.G., Bailey J. *Investitsii* [Investments]. Moscow: INFA-M, 2018. 1028 p. (In Russ.)

22. Shim D.K., Sigel D.G. *Metody upravleniya stoimost'yu i analiza zatrat* [Cost Management and Cost Analysis Methods]. Moscow: Izd-vo Filin, 1996. 344 p. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Штанский Владимир Александрович – д-р экон. наук, профессор, заслуженный экономист Российской Федерации, главный научный сотрудник, tiv45@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8568-762X>, Институт экономики ФГУП ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, 105005, Москва, ул. Радио, д. 23/9, стр. 2

Vladimir A. Shtansky – Dr. Sci. (Econ.), Professor, tiv45@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8568-762X>, Federal State Unitary Enterprise L.P. Bardin Central Research Institute for Ferrous Metallurgy, 23/9, block 2, Radio St., Moscow 105005, Russia

Поступила в редакцию 09.10.2019 г.; после доработки 27.12.2019 г.; принята к публикации 05.12.2019 г.