

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**ECONOMIC EFFICIENCY
OF METALLURGICAL PRODUCTION**



УДК 338.2

DOI 10.17073/0368-0797-2023-4-498-507



Оригинальная статья

Original article

ИНСТИТУАЛИЗАЦИЯ ESG-ПРИНЦИПОВ НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ И В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ. ЧАСТЬ 2

О. В. Глушакова, О. П. Черникова

Сибирский государственный индустриальный университет (Россия, 654007, Кемеровская обл. – Кузбасс, Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

✉ chernikovaop@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время в мире формируется новый тренд, связанный с декарбонизацией экономик. В его основе – принципиально новый подход к ведению предпринимательской деятельности с учетом соблюдения принципов ESG (*Environmental – Social – Governance*), характеризующийся вовлеченностью компаний в решение экологических, социальных и управленческих проблем. Начало процессу институционализации ESG-принципов на международном уровне было положено в 1948 г. с принятием Всеобщей декларации прав человека под эгидой ООН. Активное включение России в формирование институциональных рамок в области ESG произошло только в 2020 г. Основанием для этого послужила ратификация ряда международных документов, а также активное продвижение многими странами мира климатической политики. Подробно этапы процесса институционализации ESG-принципов на международном уровне и в России рассмотрены ранее. Декарбонизация экономик формирует риски развития для отраслей, продукция которых характеризуется высокой углеродоемкостью и энергоемкостью (например, черная металлургия). В работе представлены результаты исследования эффективности принятых Правительством РФ мер в области снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах черной металлургии на основе данных Единой информационной системы мониторинга качества атмосферного воздуха, а также результаты анализа ESG-практик крупнейших российских предприятий черной металлургии и соответствия углеродоемкости и энергоемкости выпускаемой ими продукции установленным в России критериям проектов устойчивого (в том числе «зеленого») развития. В результате исследования установлено, что, несмотря на использование ESG-принципов в своей деятельности, удельные выбросы CO₂-эквивалента крупнейших предприятий черной металлургии значительно превышают установленные Правительством РФ значения критериев проектов устойчивого (в том числе «зеленого») развития.

Ключевые слова: институционализация, ESG-принципы, углеродоемкость, энергоемкость, черная металлургия, продукция черной металлургии

Для цитирования: Глушакова О.В., Черникова О.П. Институционализация ESG-принципов на международном уровне и в Российской Федерации, их влияние на деятельность предприятий черной металлургии. Часть 2. *Известия вузов. Черная металлургия.* 2023;66(4):498–507. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-4-498-507>

INSTITUTIONALIZATION OF ESG-PRINCIPLES AT THE INTERNATIONAL LEVEL AND IN THE RUSSIAN FEDERATION, THEIR IMPACT ON FERROUS METALLURGY ENTERPRISES. PART 2

O. V. Glushakova, O. P. Chernikova

■ **Siberian State Industrial University** (42 Kirova Str., Novokuznetsk, Kemerovo Region – Kuzbass 654007, Russian Federation)

✉ chernikovaop@yandex.ru

Abstract. Currently, a new development trend is being formed in the world associated with the decarbonization of economies. This process is based on the institutionalization of ESG-principles – an approach to doing business, characterized by the involvement of companies in solving environmental, social and governance problems. The process of institutionalization of ESG-principles at the international level was initiated in 1948 with the adoption of the Universal Declaration of Human Rights under the auspices of the UN. The active involvement of Russia in the formation of the institutional framework in the field of ESG has begun only in 2020. The reason for this was the ratification of a number of international documents, as well

as the active promotion of climate policy by many countries of the world. The stages of the institutionalization process at the international level discussed in detail in Report 1. The decarbonization of economies creates development risks for industries whose products are characterized by high carbon and energy intensity. Ferrous metallurgy also belongs to them. This report presents the results of a study of the effectiveness of measures taken by the Russian Government in the field of reducing atmospheric air pollution in large industrial centers of the ferrous metallurgy based on data from the Unified Information System for Monitoring Air Quality, as well as the results of an analysis of the ESG-practices of the largest Russian ferrous enterprises and compliance with carbon intensity and energy intensity of their products according to the criteria of sustainable (including green) development projects established in our country. As a result of the study, it was found that despite the use of ESG-principles in their activities, the specific emissions of CO₂-equivalent of the largest iron and steel enterprises significantly exceed the criteria for sustainable (including green) development projects established by the Russian Government.

Keywords: institutionalization, ESG-principles, carbon intensity, energy intensity, ferrous metallurgy, ferrous metallurgy products

For citation: Glushakova O.V., Chernikova O.P. Institutionalization of ESG-principles at the international level and in the Russian Federation, their impact on the activities of ferrous metallurgy enterprises. Part 2. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2023;66(4):498–507.
<https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-4-498-507>

ВВЕДЕНИЕ

С 2020 г. в России начался активный процесс формирования институциональных рамок в области ESG. Это обстоятельство обусловлено не только ратификацией Россией таких международных документов, как Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992 г.), Киотский протокол (1997 г.), Парижское соглашение по климату (2015 г.), но и активным продвижением большинством стран мира климатической политики, направленной на сокращение выбросов в атмосферу парниковых газов.

Одна из задач, озвученных в Стратегии развития черной металлургии России на 2014 – 2020 гг. и на перспективу до 2030 г. [1] – снижение негативного воздействия предприятий отрасли на окружающую среду путем уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу, сбросов загрязненных сточных вод и содействие сохранению климата через механизмы повышения энергоэффективности металлургического производства (сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу).

Влияние предприятий черной металлургии на состояние окружающей среды находится в фокусе исследования российских и зарубежных ученых. В работе [2] представлен анализ динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями черной металлургии во взаимосвязи с внешними факторами. Воздействие современных экологических инициатив на международную торговлю продукцией черной металлургии рассмотрено в работе [3]. Возможность перехода к низкоуглеродному производству металлургической промышленности Китая в целях сокращения выбросов оксида углерода CO₂ в атмосферный воздух, а также эффективность применения для этих целей новых инструментов налогообложения изложены в работах [4 – 6]. Проблемы управления устойчивым развитием металлургических предприятий раскрыты в работах [7; 8]. Исследование экологических проблем развития черной металлургии европейского севера России представлено в работе [9]. Современные направления развития и повышения энерго-экологической эффективности черной металлургии рассмотрены

в работе [10]. Изучением технологий оптимального рециклинга отходов черной металлургии занимались в работе [11]. Проблемы обеспечения энергетической эффективности и природоохранного менеджмента в черной металлургии раскрыты в работе [12]. Представлены результаты исследований^{1, 2}, посвященных проблемам декарбонизации экономик, в том числе за счет торговли квотами на выбросы углекислого газа. Рассмотрены вопросы эффективности использования углеродного налога в целях сокращения выбросов оксида углерода CO₂ в атмосферу^{3, 4, 5, 6, 7}. Изучали влияние объемов выбросов оксида углерода CO₂ на доходность акций компаний⁸.

¹ Ellerman A.D., Jacoby H.D., Decaux A. The Effects on Developing Countries of the Kyoto Protocol and Carbon Dioxide Emissions Trading (December 1998). <https://ssrn.com/abstract=569250> (Дата обращения: 15.03.2022 г.).

² Milunovich G., Stegman A., Cotton D. Review of Carbon Trading Theory and Practice. <https://ssrn.com/abstract=989271> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.989271>. (Дата обращения: 15.03.2022 г.).

³ Felix P. Does a Carbon Tax Reduce CO₂ Emissions? Evidence From British Columbia. <https://ssrn.com/abstract=3329512> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3329512>. (Дата обращения: 15.03.2022 г.).

⁴ Rivers N., Schaefe B. Salience of Carbon Taxes in the Gasoline Market (October 22, 2014). <https://ssrn.com/abstract=2131468> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2131468> (Дата обращения: 15.03.2022 г.).

⁵ Elliott J., Foster I., Kortum S.S., Khun J. G., Munson T., Weisbach D. Unilateral Carbon Taxes, Border Tax Adjustments, and Carbon Leakage (February 27, 2012). University of Chicago Institute for Law & Economics Olin Research Paper No. 600, <https://ssrn.com/abstract=2072696> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2072696> (Дата обращения: 15.03.2022 г.).

⁶ Metcalf G.E., Weisbach D.A. Design of a Carbon Tax (January 8, 2009). U of Chicago Law & Economics, Olin Working Paper No. 447, U of Chicago, Public Law Working Paper No. 254, <https://ssrn.com/abstract=1324854> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1324854> (Дата обращения: 15.03.2022 г.).

⁷ Hsu Shi-Ling. Nine Reasons to Adopt a Carbon Tax (May 17, 2009). <https://ssrn.com/abstract=1405944> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1405944> (Дата обращения: 15.03.2022 г.).

⁸ Bolton P., Kacperczyk M.T. Do Investors Care about Carbon Risk? (October 30, 2020). Columbia Business School Research Paper Forthcoming, Journal of Financial Economics (JFE), Forthcoming. European Corporate Governance Institute – Finance Working Paper 711/2020. <https://ssrn.com/abstract=3398441> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3398441> (Дата обращения: 15.03.2022 г.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование базируется на хронологическом и институциональном подходах, которые дают возможность в логической последовательности проследить развитие институциональных рамок ESG как на международном уровне, так и в России. В процессе исследования было рассмотрено содержание международных документов, принятых под эгидой ООН и других международных организаций, отражающих развитие ESG-принципов, а также российского законодательства в области ESG. Используются методы анализа, синтеза, сравнения и группировки при изучении климатических, экологических, социальных отчетов и отчетов об устойчивом развитии крупнейших российских предприятий черной металлургии, ESG-рэнкингов, официальных статистических отчетов, публикуемых Федеральной службой государственной статистики, а также статистического ежегодника Enerdata.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в России проводится эксперимент по квотированию вредных выбросов в атмосферный воздух в двенадцати крупных промышленных центрах, включенных в перечень городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Разработана система компенсационных мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду, предусматривающая мероприятия, связанные с реконструкцией, техническим перевооружением и модернизацией объектов.

С 2020 г. в России введена в эксплуатацию Единая информационная система мониторинга (ЕИСМ) качества атмосферного воздуха [13]. За прошедший период времени накоплена статистика первых результатов мониторинга, который осуществляется в двенадцати городах РФ (Череповце, Новокузнецке, Липецке, Челябинске, Нижнем Тагиле, Магнитогорске и другие) с функционирующими крупнейшими предприятиями черной металлургии [14]. Мониторинг проводится в режиме реального времени наблюдательными постами Росгидромета, располагающимися в непосредственной близости от крупных металлургических предприятий (Череповецкого металлургического комбината, Объединенного Западно-Сибирского металлургического комбината, Новолипецкого металлургического комбината, Нижнетагильского металлургического комбината, Челябинского металлургического комбината, Магнитогорского металлургического комбината), выступающих основными источниками загрязнений. В городах Череповец, Новокузнецк, Липецк в процессе мониторинга проводится фиксация среднесуточного и среднемесячного значений стандартного индекса (СИ) загрязнения атмосферного воздуха. В Челябинске фиксируется среднесуточное значение СИ. Ведется также наблюдение

среднесуточной концентрации взвешенных веществ, оксида серы SO_2 , оксида углерода, оксидов азота NO и NO_2 , озона, сероводорода, аммиака, частиц размером 1, 2, 5 и 10 мкм. Фиксация среднесуточной концентрации оксида углерода CO_2 ЕИСМ в настоящее время не проводится. В городах Нижний Тагил и Магнитогорск данные о качестве атмосферного воздуха в момент проведения исследования (январе – марте 2022 г.) были не доступны по причине проведения технических работ на сайтах. Результаты измерений интерпретируются следующим образом: загрязнение атмосферного воздуха считается низким при значении СИ от 0 до 1; повышенным – от 2 до 4; высоким – от 5 до 10; очень высоким – выше 10. Сведения об интерпретации среднемесячного значения СИ загрязнения атмосферного воздуха за 2020 – 2021 гг. в городах Череповец, Новокузнецк, Липецк представлены в табл. 1.

В 2020 г. фиксацию среднесуточных значений СИ загрязнения атмосферного воздуха в городе Челябинск не проводили. Сведения о среднесуточных значениях СИ загрязнения атмосферного воздуха в городе Челябинск в 2021 г. представлены в табл. 2.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что ключевым направлением в улучшении экологического благополучия крупных промышленных центров является техническое перевооружение и модернизация предприятий металлургического производства, поскольку, несмотря на проведение эксперимента по квотированию вредных выбросов и реализацию компенсационных мероприятий, эпизоды фиксации высоких, очень высоких и повышенных значений СИ загрязнения атмосферного воздуха продолжают сохраняться. В 2021 г. среднемесячное значение СИ загрязнения атмосферы, соответствующее очень высокому и высокому уровню загрязнения, наблюдалось в городе Череповец в течение семи месяцев из 12; в Новокузнецке – в течение четырех месяцев из 12; в Липецке – в течение шести месяцев из 12. Повышенное среднесуточное значение СИ в городе Челябинск наблюдали с июня по декабрь 2021 г. с частотой повторений от 1 до 19 дней в течение месяца; высокое – в июле, августе и октябре 2021 г. с частотой повторений один – два дня в месяц, очень высокое – в августе и октябре с частотой повторения один день в месяц.

Очевидно, что ресурсов существующего финансового механизма – государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» с входящими в ее состав национальным проектом «Экология» и федеральным проектом «Чистый воздух», для решения рассматриваемой проблемы будет недостаточно. Именно поэтому в России происходит формирование институциональных рамок, позволяющих повысить заинтересованность экономических субъектов к внедрению принципов ESG в своей деятельности, а инвесторов, в том числе институциональных – к принятию ответственных инвестиционных решений.

Т а б л и ц а 1

Сведения об интерпретации среднемесячных значений СИ загрязнения атмосферного воздуха

Table 1. Interpretation of the average monthly SI values of atmospheric air pollution

Месяц	Череповец (Череповецкий металлургический комбинат ПАО «Северсталь»)	Новокузнецк (ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат)	Липецк (ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат»)
-------	---	--	---

Интерпретация среднемесячного значения СИ загрязнения атмосферного воздуха в 2020 г.

Январь	н/д	н/д	н/д
Февраль	н/д	Высокое	н/д
Март	Очень высокое	Повышенное	Очень высокое
Апрель	Повышенное	Повышенное	Повышенное
Май	Высокое	Низкое	Повышенное
Июнь	Низкое	Низкое	Высокое
Июль	Низкое	Низкое	Очень высокое
Август	Повышенное	Низкое	Низкое
Сентябрь	Высокое	Низкое	Повышенное
Октябрь	Низкое	Высокое	Повышенное
Ноябрь	Высокое	Повышенное	н/д
Декабрь	н/д	Очень высокое	н/д

Интерпретация среднемесячного значения СИ загрязнения атмосферного воздуха в 2021 г.

Январь	н/д	Повышенное	н/д
Февраль	Повышенное	Очень высокое	н/д
Март	Повышенное	Повышенное	Высокое
Апрель	Низкое	Повышенное	Очень высокое
Май	Очень высокое	Высокое	Очень высокое
Июнь	Очень высокое	Низкое	Очень высокое
Июль	Очень высокое	Низкое	Высокое
Август	Очень высокое	Повышенное	Повышенное
Сентябрь	Очень высокое	Повышенное	н/д
Октябрь	Высокое	Повышенное	Повышенное
Ноябрь	Высокое	Очень высокое	Очень высокое
Декабрь	Повышенное	Высокое	Низкое

Современные реалии, в том числе перспектива внедрения механизма трансграничного углеродного регулирования, свидетельствуют о том, что предприятиям углеродоемких отраслей, к которым относится черная металлургия, «зелеными» нужно быть не на словах, а на деле. В настоящее время проводятся прикладные

Т а б л и ц а 2

Сведения о среднесуточных значениях СИ загрязнения атмосферного воздуха в городе Челябинск⁹Table 2. Data on the average daily SI values of atmospheric air pollution in Chelyabinsk⁹

Месяц (2021 г.)	Количество дней в месяц, в которых загрязнение атмосферного воздуха соответствовало соответствующему значению шкалы СИ			
	Низкое	Повышенное	Высокое	Очень высокое
Январь	н/д	н/д	н/д	н/д
Февраль	28	–	–	–
Март	31	–	–	–
Апрель	30	–	–	–
Май	31	–	–	–
Июнь	17	13	–	–
Июль	15	15	1	–
Август	9	19	2	1
Сентябрь	–	15	–	–
Октябрь	22	6	2	1
Ноябрь	29	1	–	–
Декабрь	29	2		

исследования, связанные с использованием водорода при производстве чугуна и стали. Однако, по мнению экспертов, временные горизонты появления первых пилотных проектов в рассматриваемой области составляют от трех до пяти лет, а для масштабирования указанной технологии в производство потребуется гораздо больше времени¹⁰.

АНАЛИЗ ПРАКТИК В ОБЛАСТИ ESG КРУПНЕЙШИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ

ПАО «Северсталь» (Череповецкий металлургический комбинат, г. Череповец)

На официальном сайте компании присутствует раздел «Устойчивое развитие». Содержится информация о стратегии компании с кратко-, средне- и долгосрочными целями по сокращению интенсивности выбросов парниковых газов в атмосферный воздух:

1. Снижение удельных выбросов парниковых газов в расчете на 1 т жидкой стали на 3 % к концу 2023 г.

⁹ Единая информационная система качества атмосферного воздуха. URL: <http://www.feerc.ru/uism/portal/> (Дата обращения: 20.03.2022 г.).

¹⁰ «Новатек» и «Северсталь» к 2023 г. запустят совместный водородный проект. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/06/03/872835-novatek-severstal> (Дата обращения: 20.03.2022 г.).

по сравнению с 2020 г. (в 2023 г. – 2,001 т CO₂ экв. на 1 т стали).

2. Снижение удельных выбросов парниковых газов (на 1 т жидкой стали) на 10 % к концу 2030 г. по сравнению с 2020 г.

3. Долгосрочная цель в разработке. Планировалось представить концепцию долгосрочной цели в 2022 г. (цели соответствуют требованиям к критериям проектов устойчивого (в том числе «зеленого») развития в Российской Федерации и требованиями к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации», утв. Постановлением Правительства РФ от 21.09.2021 № 1587).

4. Достигнуть снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу к 2025 г. по сравнению с уровнем 2020 г. на 13 %.

5. Основным целевым ориентиром в области энергосбережения является приведение удельной энергоёмкости к значению 5,55 Гкал/т производимой стали к 2026 г. за счет внедрения программы энергосбережения.

Согласно данным сайта, предприятием рассматриваются сценарии ситуаций реализации компанией климатической политики:

1. SSP126 – сценарий в рамках Парижского соглашения (повышение глобальной средней температуры на +1,8 °C к 2100 г.).

2. SSP245 – промежуточный сценарий (+2,8 °C к 2100 г.);

3. SSP585 – наихудший из возможных сценариев (+4,4 °C к 2100 г.) (стоит заметить, что достижение, либо не достижение столь долгосрочной цели в рамках всех трех предложенных сценариев никто из участников современной климатической политики, подписавших Парижское соглашение, проконтролировать не сможет в связи с чрезмерной отдаленностью ее горизонта).

Предприятием подготовлен и представлен на своем официальном сайте актуальный климатический отчет за 2021 г.¹¹. Сами отчеты об устойчивом развитии публикуются регулярно с 2010 г.¹² ПАО «Северсталь» имеет собственную систему управления климатическими рисками и энергетического менеджмента. На сайте размещен климатический меморандум, в котором сформулированы пять принципов климатической политики ПАО «Северсталь»¹³.

В области охраны труда и промышленной безопасности на ПАО «Северсталь» разработана стратегия¹⁴.

¹¹ Климатический отчет ПАО «Северсталь» за 2021 г. URL: <https://www.severstal.com/contant-static/file/82493/Climate-report-rus.pdf> (Дата обращения: 16.03.2022 г.).

¹² Отчеты об устойчивом развитии ПАО «Северсталь» за 2010 – 2020 гг. URL: <https://www.severstal.com/rus/sustainable-development/documents/reports> (Дата обращения: 18.03.2022 г.).

¹³ Климатический меморандум ПАО «Северсталь». URL: <https://www.severstal.com/rus/sustainable-development/climate/> (Дата обращения 30.03.2022 г.).

ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский

металлургический комбинат, г. Новокузнецк

ЕВРАЗ Нижнетагильский

металлургический комбинат, г. Нижний Тагил

ЕВРАЗ поставил пятилетние цели в области экологии (на период с 2018 до 2022 гг.), одной из которой являлось снижение к 2022 г. удельных выбросов парниковых газов ниже 2,0 т CO₂-эквивалента на 1 т стали.

Чтобы поддержать усилия по борьбе с изменением климата, ЕВРАЗ поставил перед собой цель снизить энергоёмкость производства стали на 15 % к 2025 г. по сравнению с уровнем 2018 г. – до 24,23 ГДж на 1 т стали.

Обозначенной группой предприятий ЕВРАЗ предлагаются следующие сценарии ситуаций реализации компанией климатической политики:

1. Сценарий RCP 2.6: наиболее инновационная и низкоуглеродная траектория, которая призвана проиллюстрировать глобальные усилия по ограничению выбросов и роста температуры до 0,4 – 1,6 °C к 2100 г.

2. Сценарий RCP 4.5 предусматривает рост температуры с 1,1 до 2,6 °C к 2100 г., это наиболее близко соответствует сценарию Парижского соглашения.

3. Сценарий RCP 8.5: наиболее интенсивный сценарий использования ископаемого топлива, при котором осуществляются минимальные действия и реализация политики по борьбе с изменением климата, средняя глобальная температура повышается на 2,6 – 4,8 °C к 2100 г. Иногда называется сценарием *business-as-usual*.

В октябре 2020 г. группой ЕВРАЗ опубликован первый «Отчет о климатических изменениях»¹⁵. Указано на наличие системы управления климатическими рисками и энергетического менеджмента. Отчеты об устойчивом развитии публикуются с 2018 г. Публичный сайт группы ЕВРАЗ содержит пока лишь отчеты за 2018 – 2020 гг.¹⁶

ПАО «Новолипецкий металлургический

комбинат», г. Липецк

Согласно данным открытых источников, предприятием заявлена среднесрочная цель по сокращению выбросов парниковых газов к 2023 г. до 1,84 т CO₂ экв. на 1 т стали.

Однако, подробные сценарные ситуации реализации компанией климатической политики в представленных

¹⁴ Обновленная стратегия ПАО «Северсталь» в области охраны труда и промышленной безопасности (январь 2022 г.). URL: https://www.severstal.com/contant-static/file/82240/Severstal_HSE_Strategy_update_RU.pdf (Дата обращения: 17.03.2022 г.).

¹⁵ Отчет о климатических изменениях ЕВРАЗ. URL: <https://www.evraz.com/ru/sustainability/data-center/climate-change-reports/> (Дата обращения 17.03.2022 г.).

¹⁶ Отчеты об устойчивом развитии ЕВРАЗ за 2018–2020 гг. URL: <https://www.evraz.com/ru/sustainability/data-center/sustainability-reports/> (Дата обращения: 17.03.2022 г.).

на официальном сайте отчетах не рассмотрены. Климатический отчет как отдельный документ на официальном сайте также отсутствует.

Стратегическая цель климатической политики на среднесрочную перспективу – до 2023 г. и достигнутые результаты по сокращению выбросов парниковых газов представлены в отчете «Экология» за 2019 г.

ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» декларирует наличие интегрированной системы управления климатическими рисками и энергетического менеджмента. На сайте предприятия отсутствует актуальный отчет об охране окружающей среды, имеется лишь документ за 2019 г.¹⁷ Социальные отчеты публикуются на официальном сайте начиная с 2009 г. Отчеты «О природоохранной деятельности» публикуются на официальном сайте с 2013 г., первый отчет «Об устойчивом развитии» представлен в 2015 г., первый отчет «Экология» опубликован в 2016 г.¹⁸

МЕЧЕЛ (Челябинский металлургический комбинат, г. Челябинск)

Согласно информации, размещенной на официальном сайте, заявлена цель по сокращению интенсивности выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ в атмосферный воздух к 2025 г. на челябинской производственной площадке на 17 % (однако, не указано, по отношению к какому базовому периоду).

Сценарные ситуации реализации компанией климатической политики, климатические отчеты, информация о наличии в компании системы управления климатическими рисками и энергетического менеджмента на официальном сайте группы МЕЧЕЛ отсутствуют.

На сайте представлены только общие документы об экологической политике и энергоэффективности отчеты об охране окружающей среды¹⁹, экологические отчеты, интегрированные отчеты на официальном сайте группы МЕЧЕЛ не представлены.

ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», г. Магнитогорск

Сайт предприятия имеет раздел «Устойчивое развитие», целью по сокращению интенсивности выбросов парниковых газов в атмосферный воздух указывается сокращение удельных выбросов парниковых

газов к 2025 г. на 20 % по сравнению с 2018 г. – до 1,8 т CO₂ экв. на 1 т стали. Приводится критерий достижения цели: довести значение комплексного индекса загрязнения атмосферы к 2025 г. до 5,0 ед.

В отчете по устойчивому развитию за 2019 г.²⁰ и в интегрированном годовом отчете за 2020 г.²¹ реализация компаний климатической политики не рассмотрена. Эти же документы декларируют стратегическую цель климатической политики на среднесрочную перспективу – до 2025 г. и уже достигнутые результаты по сокращению выбросов парниковых газов.

Сам климатический отчет как отдельный документ на официальном сайте ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» отсутствует.

АНАЛИЗ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ

Анализ официальных сайтов компаний (крупнейших российских производителей чугуна и стали) свидетельствует о том, что большинство из них в своей деятельности руководствуются принципами устойчивого развития, занимаются мониторингом выбросов парниковых газов и энергоемкости продукции (табл. 3). Исключение составляет компания МЕЧЕЛ, на официальном сайте которой не представлены климатические и другие отчеты формата GRI. Отсутствует указанная отчетность и на официальном сайте Российского союза промышленников и предпринимателей. Оценку углеродоемкости и энергоемкости производимой продукции компания МЕЧЕЛ не проводит, либо указанная информация не раскрывается для всех заинтересованных сторон.

Несмотря на использование ESG-принципов в своей деятельности удельные выбросы крупнейших предприятий черной металлургии в 2020 г. находились в пределах от 1,90 до 2,18 т CO₂ экв. при производстве 1 т стали (табл. 3).

Согласно критериям проектов устойчивого (в том числе «зеленого») развития в РФ и требованиям к системе верификации проектов устойчивого (в том числе «зеленого») развития в РФ (утвержденным Постановлением Правительства РФ от 21.09.2021 г. № 1587) углеродоемкость углеродистой стали должна составлять менее 0,283 т CO₂ экв./т продукции, высоколегированной стали – менее 0,352 т CO₂ экв./т продукции. А это означает, что фактические выбросы оксида CO₂ экв. в 5 – 8 раз превышают установленные Постановлением Правительства РФ от 21.09.2021 г. № 1587 значения критериев проектов устойчивого развития.

Аналитическое агентство RAEX по состоянию на 15.03.2022 г. представило информацию о ESG-рэнкинге

¹⁷ Отчет об охране окружающей среды ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» за 2019 г. URL: https://nlmk.com/upload/iblock/8d4/NLMK_ecology_22.04.pdf (Дата обращения: 18.03.2022 г.).

¹⁸ Социальные отчеты ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат»; Отчеты об устойчивом развитии ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат»; Отчет «Экология» ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат». URL: <https://nlmk.com/ru/ir/results/csr-reports/> (Дата обращения: 18.03.2022 г.).

¹⁹ Официальный сайт МЕЧЕЛ. URL: <https://www.mechel.ru/development/environmental/> (Дата обращения: 18.03.2022 г.).

²⁰ Отчет об устойчивом развитии ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат». URL: <https://mmk.ru/ru/sustainability/social-responsibility/> (Дата обращения: 18.03.2022 г.).

²¹ Интегрированный годовой отчет за 2020 г. ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат». URL: <https://mmk.ru/ru/investor/results-and-reports/sustainability-reports/> (Дата обращения: 18.03.2022 г.).

Анализ выбросов парниковых газов и энергоёмкости производства стали крупнейшими металлургическими предприятиями России^{12–21}

Table 3. Analysis of greenhouse gas emissions and energy intensity of steel production of the largest Russian metallurgical enterprises^{12–21}

Предприятие	Затраты на природоохранную деятельность, млрд руб.			Объем выбросов парниковых газов, млн т. CO ₂ экв.			Удельные выбросы, т CO ₂ экв./т стали					Энергоёмкость производства стали, ГДж/т отливой стали		
	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	2018	2019	2020
ПАО «Северсталь» (Череповецкий металлургический комбинат, г. Череповец)	3,4	3,8	5,6	27,53	27,77	28,11	27,86	2,097	2,056	2,084	2,063	24,08****	24,45****	24,7****
ЕВРАЗ (ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат, г. Новокузнецк; ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат, г. Нижний Тагил)	59,9**	59,1**	89,8**	36,68	34,56	39,06	н/д	2,02	2,01	1,97	1,970	28,50	27,50	25,6
ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат»	175,0**	202,0**	н/д	33,60	34,20	32,00	н/д	1,95	1,92	1,92	1,900	22,88****	23,60****	н/д
МЕЧЕЛ (Челябинский металлургический комбинат, Ижесталь, «Уральская кузница», Вяткинский метизный завод, Братский завод ферросплавов)	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат»	8,9	8,7	7,2	31,07	29,49	27,49	25,20***	2,40	2,25	2,13	2,180	25,40	26,08	21,9

Примечание. ** – затраты на природоохранную деятельность ЕВРАЗ и ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» представлены в млн долл. США; *** – в интегрированном отчете ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» – 2020 г. представлено прогнозное значение объема выбросов парниковых газов за 2020 г.;

**** – в отчете «Об устойчивом развитии» ПАО «Северсталь» за 2020 г. данные об удельной энергоёмкости производства 1 т стали представлены в Гкал (данные об удельной энергоёмкости чугуна и стали в аналогичных единицах измерения представлены ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» в отчете «Экология» за 2019 г.; в целях обеспечения сопоставимости данных об удельной энергоёмкости стали других российских металлургических предприятий авторами статьи произведен пересчет показателей энергоёмкости производства 1 тонны стали в ГДж;

***** – согласно критериям проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в РФ и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе «зеленого») развития в РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 21.09.2021 № 1587, углеродоемкость углеродистой стали должна составлять менее 0,283 т CO₂ экв./т продукции, высоколегированная сталь менее 0,352 т CO₂ экв./т продукции; среднмировой уровень удельных выбросов при производстве 1 т стали в 2017 г. составил 2,3 т CO₂ экв./т; в 2018 г. – 2,29 т CO₂ экв./т; в 2019 г. – 2,31 т CO₂ экв./т; в 2020 г. – 2,33 т CO₂ экв./т.

Позиция крупнейших российских металлургических предприятий России в ESG-рэнкинге от 15.03.2022 г.²²Table 4. Position of the largest Russian metallurgical enterprises in the ESG-ranking dated 03/15/2022²²

Предприятие	Место в рейтинге по направлению			Общее место в рейтинге
	«Окружающая среда» (E)	«Социальная сфера» (S)	«Корпоративное управление» (G)	
ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат»	4	14	9	4
ПАО «Северсталь»	9	5	32	9
ЕВРАЗ	24	17	25	21
ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат»	31	19	14	22
МЕЧЕЛ	158	132	93	122

160 российских компаний. Позиции лидеров сталелитейного производства в ESG-рэнкинге представлены в табл. 4.

Согласно содержания п. 1 ст. 31.1 Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ (ред. от 30.12.2021 г.) «Об охране окружающей среды» юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах I категории, обязаны получить комплексное экологическое разрешение. В свою очередь, согласно п. 12 ст. 31.1 указанного закона юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах II категории, при наличии соответствующих отраслевых информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям вправе получить комплексное экологическое разрешение.

Министерством природных ресурсов и экологии РФ в апреле 2018 г. утвержден перечень, включающий в себя 300 объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в РФ составляет не менее чем 60 % (так называемый «Перечень 300») [15]. В нем значатся крупнейшие промышленные площадки черной металлургии: Череповецкая промышленная площадка, АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», Магнитогорская промплощадка-1 и Магнитогорская промплощадка-2, Челябинский металлургический комбинат, Промплощадка АО «Карельский окатыш». Согласно ч. 6 ст. 11 Федерального закона от 21.07.2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законода-

тельные акты Российской Федерации» объекты I категории, включенные в «Перечень 300», обязаны обратиться в Росприроднадзор с заявкой на получение комплексного экологического разрешения в период с 01.01.2019 г. по 31.12.2022 г. включительно. К сожалению, до сих пор ни одному из металлургических предприятий России комплексные экологические разрешения (ESG-КЭР) за период с 2019 по 2021 гг. не выданы²³.

В настоящее время наблюдаются глобальные изменения – переход стран мира к низкоуглеродной экономике. Эксперты рабочей группы по раскрытию финансовой информации, связанной с климатом (TCFD – *Task Force on Climate-related Financial Disclosures*), отмечают, что этот переход может повлечь за собой масштабные политические, правовые, технологические и рыночные изменения в целях удовлетворения требований, связанных с изменением климата. Не отрицая высокую гуманистичность идеи устойчивого развития, направленной на сокращение эмиссии парниковых газов в атмосферу и сохранение биоразнообразия на Земле, считаем необходимым заявить, что в свете мирового геополитического кризиса 2022 г. и введения против России большинством стран мира экономических санкций, продвижение ESG-принципов, особенно их экологической компоненты, воспринимается как инструмент политического и экономического давления. Обращает на себя внимание в этой связи и содержание Климатического пакта Глазго, в котором продвигается идея об отказе от угольной энергетики и поэтапном прекращении «неэффективного субсидирования» ископаемых видов топлива в ближайшей перспективе.

Россия является одним из крупнейших экспортеров продукции черной металлургии. Основные направления экспорта – Турция, Тайвань, США, Италия, Мексика, Бельгия, Нидерланды, Германия, Испания, Южная Корея и др. [16]. С учетом того, что большинство стран мира выступают приверженцами ESG-принципов и продвигают климатическую политику, соблюдение указанных принципов невозможно игнорировать. Вместе с тем, мир еще не нашел адекватной замены

²² ESG-Рэнкинг российских компаний (от 15.03.2022). https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/ESG_rating_companies/2022.3/ (Дата обращения: 18.03.2022 г.).

²³ Перечень объектов негативного воздействия на окружающую среду, на которые выданы комплексные экологические разрешения. Официальный сайт Росприроднадзора. URL: <https://rpn.gov.ru/opendata/7703381225-objectker> (Дата обращение: 10.03.2022 г.).

продукции металлургического производства, которая находит широкое применение в таких отраслях как строительство, машиностроение, кораблестроение, медицина, сфера IT и др.

Выводы

Анализ результатов мониторинга среднемесячных значений СИ загрязнения атмосферного воздуха в городах Череповец, Новокузнецк, Липецк в 2020 – 2021 гг., а также среднесуточных значений СИ в г. Челябинск в 2021 г. показал, что, несмотря на проведение эксперимента по квотированию вредных выбросов и реализацию компенсационных мероприятий, эпизоды фиксации повышенных, высоких и очень высоких значений СИ загрязнения атмосферного воздуха продолжают сохраняться. Изучение официальных сайтов крупнейших металлургических предприятий России (ПАО «Северсталь», ЕВРАЗ, ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» и МЕЧЕЛ) с целью выявления использования принципов ESG в их практической деятельности позволяет сделать вывод, что ПАО «Северсталь» и ЕВРАЗ публикуют на своих официальных сайтах отчеты об устойчивом развитии, климатические отчеты, занимаются рассмотрением сценарных ситуаций реализации компаниями климатической политики, занимаются мониторингом углеродоемкости и энергоемкости своей продукции. В климатических отчетах ПАО «Северсталь» и ЕВРАЗ сформулированы краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные (ПАО «Северсталь») цели по сокращению интенсивности выбросов парниковых газов в атмосферный воздух. У ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» на официальном сайте представлен отчет об охране окружающей среды, социальные отчеты, а у ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» – отчет по устойчивому развитию и интегрированный годовой отчет. Климатические отчеты отсутствуют. Цели по сокращению интенсивности выбросов парниковых газов сформулированы только на среднесрочную перспективу. У компании МЕЧЕЛ отчеты об охране окружающей среды, экологические, климатические, интегрированные отчеты на официальном сайте не представлены. Среднесрочная цель по сокращению выбросов парниковых газов сформулирована без привязки к конкретному базовому периоду. Несмотря на использование ESG-принципов удельные выбросы оксида CO₂ экв. на 1 т продукции крупнейших предприятий черной металлургии в 2020 г. превышали установленные Постановлением Правительства РФ от 21.09.2021 г. № 1587 значения критериев проектов устойчивого (в том числе «зеленого») развития в 5 – 8 раз. Ни одному из выше перечисленных металлургических предприятий комплексные экологические разрешения (ESG-КЭР) за период с 2019 по 2021 гг. не выданы. С учетом формирующегося нового общемирового тренда развития, связанного с декарбонизацией

экономики, снижение углеродоемкости и энергоемкости продукции выступают необходимым условием повышения конкурентоспособности отечественных предприятий черной металлургии на мировом рынке и устойчивого развития российской экономики в целом. Важным компонентом продвижения ESG-принципов в России должны стать меры государственной поддержки исследований, связанных с использованием низкоуглеродных технологий, в том числе в черной металлургии, а также активное включение в реализацию ESG-принципов институциональных инвесторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014 – 2020 гг. и на перспективу до 2030 г. и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014 – 2020 гг. и на перспективу до 2030 года: Приказ Минпромторга России от 05.05.2014 № 839. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70595824/> (Дата обращения 14.04.2022).
2. Рябков И.Л., Яшалова Н.Н. Влияние внешних факторов на деятельность предприятий черной металлургии. *Baikal Research Journal*. 2020;11(3):6. [https://doi.org/10.17150/2411-6262.2020.11\(3\).6](https://doi.org/10.17150/2411-6262.2020.11(3).6)
Ryabkov I.L., Yashalova N.N. The influence of external factors on ferrous metallurgy enterprises activity. *Baikal Research Journal*. 2020;11(3):6. (In Russ.). [https://doi.org/10.17150/2411-6262.2020.11\(3\).6](https://doi.org/10.17150/2411-6262.2020.11(3).6)
3. Штейнберг Е.Е. Влияние современных экологических инициатив на международную торговлю продукцией черной металлургии. *Российский внешнеэкономический вестник*. 2021;(1):121–128. <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2021-1-121-128>
Shteinberg E.E. Impact of modern environmental initiatives on international trade in ferrous metal products. *Russian foreign economic bulletin*. 2021;(1):121–128. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2021-1-121-128>
4. Lin B., Xu M. Good subsidies or bad subsidies? Evidence from low-carbon transition in China's metallurgical industry. *Energy Economics*. 2019;83:52–60. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.015>
5. Lin B., Xu M. Exploring the green total factor productivity of China's metallurgical industry under carbon tax: A perspective on factor substitution. *Journal of Cleaner Production*. 2019;233:1322–1333. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.137>
6. Du Z., Lin B. Analysis of carbon emissions reduction of China's metallurgical industry. *Journal of Cleaner Production*. 2018;176:1177–1184. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.178>
7. Сталинская Е.В., Охтенъ А.А. Концептуальные основы стратегического управления устойчивым развитием металлургического предприятия. *Экономика промышленности*. 2012;(1-2(57-58)):353–360.
Stalinskaya E.V., Okhten' A.A. The conceptual framework for strategic management of a metallurgical enterprise's sustainable development. *Ekonomika promyshlennosti*. 2012;(1-2(57-58)):353–360. (In Russ.).

8. Амосова Ю.Е., Матвеева М.А. Экологически чистое производство как элемент устойчивого развития металлургических предприятий. *Вестник Южно-уральского государственного университета. Серия: Металлургия*. 2019;19(1):43–49.
Amosova Yu.E., Matveeva M.A. Ecologically cleaner production as an element of sustainable development of metallurgical enterprises. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Metallurgy*. 2019;19(1):43–49. (In Russ.).
9. Самарина В.П. Черная металлургия европейского севера России: экономические, экологические и информационно-коммуникационные проблемы развития. *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2016;(2(49)):77–84.
Samarina V.P. Ferrous metallurgy of the European North of Russia: economic, ecological and information-communication development problems. *Sever i rynek: formirovanie ehkonomicheskogo poryadka*. 2016;(2(49)):77–84.
10. Подгородецкий Г.С., Шульц Л.А. Современные направления развития и повышения энерго-экологической эффективности черной металлургии. *Экология и промышленность России*. 2016;20(4):46–52.
<https://doi.org/10.18412/1816-0395-2016-4-46-52>
Podgorodetskii G.S., Shul'ts L.A. Modern directions of development and improvement of energy and ecological efficiency of the steel industry. *Ecology and Industry of Russia*. 2016;20(4):46–52. (In Russ.).
<https://doi.org/10.18412/1816-0395-2016-4-46-52>
11. Хансман Т., Фонтана П., Чиапперо А., Бот И., Рот Д.Л. Технологии оптимального рециклинга отходов черной металлургии. *Черные металлы*. 2008;(10):32–37.
Khansman T., Fontana P., Chiappero A., Bot I., Rot D.L. Technologies for optimal recycling of ferrous metallurgy waste. *Chernye metally*. 2008;(10):32–37.
12. Генда Ж.Т., Йокш М., Штиль Г., Эндеман Г. Энергетическая эффективность и природоохранный менеджмент в черной металлургии. *Черные металлы*. 2011;(2):41–50.
Genda Zh.T., Ioksh M., Shtil' G., Endeman G. Energy efficiency and environmental management in ferrous metallurgy. *Chernye metally*. 2011;(2):41–50.
13. О создании и эксплуатации федеральной государственной информационной системы мониторинга качества атмосферного воздуха в городских округах Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Чита: Постановление Правительства РФ от 24.12.2019 № 1806. <https://base.garant.ru/73361359/> (Дата обращения 14.04.2022).
14. Перечень поручений по реализации Послания Президента Федеральному Собранию: утв. Президентом РФ 27.02.2019 № Пр-294. <https://docs.cntd.ru/document/553820169> (Дата обращения 14.04.2022).
15. Об утверждении перечня объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет не менее чем 60 процентов: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 18.04. 2018 г. № 154. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_301627/ (Дата обращения 14.04.2022).
16. Чернобровин В.П. Черная металлургия России в динамике (1970–2018 гг.). *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия*. 2020;20(1):7–17.
Chernobrovin V.P. Ferrous metallurgy of Russia in dynamics (1970–2018). *Bulletin of the South Ural State University. Series: Metallurgy*. 2020;20(1):7–17. (In Russ.).

Сведения об авторах

Information about the Authors

Ольга Владимировна Глушакова, д.э.н., доцент, профессор кафедры экономики, учета и финансов, Сибирский государственный индустриальный университет
ORCID: 0000-0002-9268-415X
E-mail: trinity@ktk.company

Ol'ga V. Glushakova, dDr. Sci. (Economics), Assist. Prof., Prof. of the Chair of Economics, Accounting and Finance, Siberian State Industrial University
ORCID: 0000-0002-9268-415X
E-mail: trinity@ktk.company

Оксана Петровна Черникова, к.э.н., доцент, заведующий кафедрой экономики, учета и финансов, Сибирский государственный индустриальный университет
ORCID: 0000-0002-5410-6623
E-mail: chernikovaop@yandex.ru

Oksana P. Chernikova, Cand. Sci. (Economics), Assist. Prof., Head of the Chair of Economics, Accounting and Finance, Siberian State Industrial University
ORCID: 0000-0002-5410-6623
E-mail: chernikovaop@yandex.ru

Вклад авторов

Contribution of the Authors

О. В. Глушакова – формирование концепции работы, анализ результатов, написание статьи.
О. П. Черникова – обзор литературы, написание статьи.

O. V. Glushakova – formation of the concept, analysis of the results, writing the text.
O. P. Chernikova – literature review, writing the text.

Поступила в редакцию 14.04.2022
 После доработки 16.05.2022
 Принята к публикации 18.05.2022

Received 14.01.2022
 Revised 16.05.2022
 Accepted 18.05.2022