

Научная статья

УДК 332.14

DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-2-164-175

Становление чёрной металлургии Байкальского региона на основе инновационных решений

Виктор Юрьевич Рогов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия
rogovvu@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
07.01.2023

Одобрена после
рецензирования 17.04.2023

Принята к публикации
20.04.2023

Ключевые слова:

Байкальский регион, хозяйственная система, внутрирегиональная интеграция, чёрная металлургия, инновационные технологии, бездоменное производство железа, размещение предприятий, угленосный район, экономическая эффективность, экология

Развитие Байкальского региона как хозяйственной системы предполагает формирование машиностроительного комплекса с развитой кооперацией. Цель исследования – определение этапов эволюции и территориальной структуры металлургического комплекса Байкальского региона. Задачи исследования: выделить современные направления развития бездоменных технологий применительно к ресурсным и транспортно-пространственным особенностям Байкальского региона; выявить приоритетные направления (проекты) создания металлургических производств с учётом перспектив строительства железнодорожных путей к месторождениям; определить базовые подходы к изменению институционального и экономического механизмов освоения железорудных ресурсов и формирования регионального металлургического комплекса. Учитывая отдалённость региона от металлургических баз и рассредоточенность промышленных центров, требуется создание собственной металлургической базы из нескольких предприятий на основе ресурсов крупных и уникальных месторождений железных руд, угля. Наиболее эффективными, с экономической и экологической точек зрения, являются бездоменные технологии получения чугуна без использования дорогого кокса. В г. Петровск-Забайкальском целесообразно воссоздать производство стали с использованием ресурсов магнетитового концентрата, получаемого на Быстринском ГОКе, магнетитовых руд Восточной Бурятии и угля Зашуланского месторождения. На основе ресурсов Березовского месторождения сидеритов и углей Южно-Аргунского угленосного района, следует организовать металлургическое производство вблизи месторождения. В Иркутской области, в районе г. Братск, на буром угле Абанского месторождения Канско-Ачинского бассейна, привозной руде магнетитов Чарской группы месторождений и/или крупнейшего в Сибири Чинейского титаномагнетитового месторождения возможно создание мощного металлургического комплекса, включая производство ферросплавов и сталепрокатное производство; в районе г. Усть-Илимска – на основе ресурсов магнетитов Ангаро-Катской группы и углей Жеронского месторождения; в Тулунском районе – на основе крупного Ишидейского каменноугольного месторождения и Белозиминского проявления магнетитов, легированных ниобием и танталом.

Formation of Iron Metallurgy of the Baikal Region on the Basis of Innovative Solutions

Viktor Yu. Rogov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia
rogovvu@mail.ru

Information about the article

Received January 7, 2023

Approved after reviewing
April 17, 2023

Accepted for publication
April 20, 2023

Keywords:

Baikal region, economic system, intraregional integration, ferrous metallurgy, innovative technologies, strawless iron production, placement of enterprises, coal-bearing area, economic efficiency, ecology

The development of the Baikal region as an economic system involves the formation of a machine-building complex with developed cooperation. *The purpose of the study* is to determine the stages of evolution and territorial structure of the metallurgical complex of the Baikal region. *The objectives of the study* are to determine the modern directions of development of non-domed technologies in relation to the resource and transport – spatial features of the Baikal region; to identify priority areas (projects) for the creation of metallurgical industries, taking into account the prospects for the construction of railway tracks to the deposits; determination of basic approaches to changing the institutional and economic mechanisms for the development of iron ore resources and the formation of a regional metallurgical complex. Taking into account the remoteness of the region from metallurgical bases and the dispersal of industrial centers, it is necessary to create our own metallurgical base from several enterprises based on the resources of large and unique deposits of iron ore and coal. The most effective from an economic and environmental point of view are blast-furnace technologies for producing pig iron, without the use of expensive coke. In the city of Petrovsk-Zabaikalsky, it is advisable to recreate the production of steel using the resources of magnetite concentrate obtained at the Bystrinsky mining and processing plant, magnetite ores from Eastern Buryatia and coal from the Zashulanskoye deposit. Based on the resources of the Berezovsky deposit of siderites and coals of the South Argun coal-bearing region, it is necessary to organize metallurgical production near the deposit. In the Irkutsk region, near the city of Bratsk, on brown coal of the Abanskoye deposit of the Kansk-Achinsk basin, imported magnetite ore of the Chara group of deposits and/or the largest in Siberia Chineyskoye titanium magnetite deposit, it is possible to create a powerful metallurgical complex, including the production of ferroalloys and steel-rolling production; in the area of the city of Ust-Ilimsk – on the basis of the resources of magnetites of the Angara-Kat group and coals of the Zheronsky deposit; in the Tulunsky region – on the basis of a large Ishideysky coal deposit and the Beloziminsky occurrence of magnetites alloyed with niobium and tantalum.

Введение. Административная ликвидация в 2018 г. Байкальского региона как объекта государственной региональной политики не означает ликвидацию проблемы формирования интегрированной хозяйственной системы Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края. Следует согласиться с мнением Н. М. Сысоевой и А. Н. Кузнецовой, что целому ряду принципов построения современной стратегии регионального развития, включая сотрудничество в рамках перспективных экономических специализаций и достраивание цепочек добавленной стоимости, развитие инфраструктуры, усиливающей экономическую связанность субъектов и потенциал межрегионального взаимодействия, соответствует выделение Байкальского региона как единого целого [23]. Учитывая особое геополитическое и геоэкономическое положение и значение региона, следует рассмотреть вопрос об образовании Байкальско-

го федерального округа с приданием территориям с высокой концентрацией проектов федерального и регионального значения статуса территорий опережающего развития: с использованием инструментов государственно-частного партнерства, прямого инвестирования стратегически важных проектов, а также предоставление различных льгот для субъектов инвестиционной деятельности в рамках механизмов стратегического и индикативного планирования.

Доминировавший до настоящего времени подход к управлению народным хозяйством, основанном на обслуживании интересов крупных экспортно-ориентированных «сырьевых» корпораций привёл к дезинтеграции, фрагментации хозяйства страны и её регионов. Неизбежный обратный процесс основан на приоритете национальных интересов, важнейшим из которых является построение на основе новейших технологий

«азиатского» экономического полюса страны. Альтернативой этому является дальнейшее сокращение численности населения Дальневосточного и Байкальского регионов. Вопрос об определении экономических механизмов и инструментов, включая инвестиционный – вторичный. Впрочем, основное требование к построению логически обоснованной, рациональной территориальной хозяйственной системе сохраняется всякий раз.

Актуальность темы исследования.

Учитывая высокие транспортные издержки по транспортировке металла в Байкальский регион, его размеры, без формирования собственного, территориально диверсифицированного металлургического комплекса, невозможно эффективное функционирование машиностроения, являющегося в свою очередь базой для развития других отраслей, повышения компетентностных характеристик трудовых ресурсов, их закрепление и привлечение. В 2020 г. внутреннее потребление в России на душу населения составило 262 кг, тогда как в Южной Корее – 1090 кг, в Японии – 502 кг, в Германии – 481 кг, в США – 335 кг. Россия экспортирует 46,5 % производимой стали, что свидетельствует о недостаточно развитом машиностроении в стране.

В подтверждение высказанного положения о необходимости самообеспечения металлом крупного экономического района, укажем на строительство Приморского металлургического завода для судостроительного комплекса «Звезда» (г. Большой Камень, Приморский край) мощностью 1,5 млн т в год (предполагаемый объем капитальных вложений – 178,4 млрд р.) в дополнение к действующему заводу «Амурсталь» (г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край) мощностью порядка 1 млн т в год, работающему на дальнепривозном металлоломе. На сегодняшний день однозначных перспектив снабжения названных предприятий местным металлургическим сырьём нет. Однако в качестве такового в перспективе можно указать запущенный корпорацией Evraz в 2016 г. Кимкано-Сутарский ГОК (Еврейская АО). Возобновил работу Олекминский ГОК (Куранахское титаномагнетитовое месторождение Амурская область) с годовой добычей до 1,1 млн т железорудного концентрата. В перспективе – запуск в эксплуатацию Гаринского ГОКа. Группой компании «Петропавловск» намечено создание Дальневосточного металлургического комбината мощностью 2 млн т в год с применением технологии прямого восстанов-

ления железа Itmk3. При всей неоднозначности перспектив развития чёрной металлургии на Дальнем Востоке, следует указать на усиление конкурентных позиций этого региона по отношению к Байкальскому и необходимости поиска направлений для последнего эффективных инновационных решений по развитию этой базовой отрасли промышленности, основы развития машиностроительного комплекса региона.

При численности населения в Байкальском регионе в 2020 г. 4,41 млн чел. и производстве на душу населения стали в России в этот период 0,49 т, «справедливый» объём производства стали в регионе должен составлять 2,2 млн т в год при практическом отсутствии такового в настоящее время. При определении перспектив создания Восточно-Сибирского металлургического комбината (г. Тайшет), начиная с 1930-х гг., плановики исходили из потребности региона в стальном прокате 7–8 млн т [22]. Однако в силу многих причин, создание металлургического комплекса не состоялось. Одной из причин называется опасение потенциальных конкурентов Уральской металлургической базы в появлении более современного в технологическом отношении производителя с собственной ресурсной базой [22].

Объект исследования – территориальные сочетания ресурсов железорудного сырья и угля Байкальского региона для организации производства чёрных металлов на основе использования современных бездоменных технологий.

Предмет исследования – технологические и ресурсные предпосылки формирования в Байкальском регионе сети металлургических производств.

Цель исследования – определение этапов эволюции и территориальной структуры металлургического комплекса Байкальского региона.

Задачи исследования: выделить современные направления развития бездоменных технологий применительно к ресурсным и транспортно-пространственным особенностям Байкальского региона; выявить приоритетных направлений (проектов) создания металлургических производств с учётом перспектив строительства железнодорожных путей к месторождениям; определить базовых подходов к изменению институционального и экономического механизмов освоения железорудных ресурсов и формирования регионального металлургического комплекса.

Степень научной разработанности темы исследования. История вопроса создания Восточно-Сибирского металлургического комбината изложена в работах А. П. Суходолова, М. А. Винокурова [5; 22]. Наиболее активно проблема создания в Восточной Сибири металлургического комбината в районе ст. Тайшет разрабатывалась, начиная с конца 40-х гг. XX столетия. Предполагалось использование традиционной схемы: домна – кислородно-конверторное производство – прокат. Рудной базой должны были стать ресурсы Ангаро-Илимской и Ангаро-Катской групп месторождений. Однако ресурсы коксующихся углей в Иркутской области (Новометелкинское месторождение) имеют повышенное содержание серы и требуют подшихтовки с кузнецкими углями. Впрочем, несмотря на наличие множества решений Правительства страны, к строительству комбината так и не приступили вплоть до 1980-х гг. В числе публикаций последнего времени по рассматриваемой проблеме, отметим работу А. Ф. Никольского и А. Ф. Шуплецова, предлагающих создать на базе Малотагульского и Чинейского титаномагнетитового месторождений трёх металлургических комплексов по прямому восстановлению железа с использованием природного газа, суммарной годовой мощностью более 46,5 млн т, 6,9 млн т TiO_2 и 0,6 млн т V_2O_5 [11]. На наш взгляд, в обозримой перспективе отсутствуют предпосылки для столь революционных структурных изменений в отечественной и мировой металлургии. Использование природного газа в качестве топлива и восстановителя в объеме порядка 16 млрд куб м, сопоставимого с объемом добычи на Ковыктинском месторождении, взамен экспорта, маловероятно. Стоимость природного газа имеет устойчивую тенденцию к повышению, поэтому использование его в качестве топливного ресурса в черной металлургии в долгосрочной перспективе представляется рискованной. В работах [15; 16] автором рассмотрены перспективы развития чёрной металлургии в Байкальском регионе. Однако, учитывая необходимость оценки перспектив развития интеграционных процессов в Байкальском регионе как хозяйственной системе, в настоящей публикации рассматриваются предпосылки формирования здесь металлургического комплекса как сети металлургических производств.

Методология и методы исследования. Формирование металлургических ком-

плексов осуществляется на основе теории энергопроизводственных циклов, разработанной Н. Н. Колосовским, Ю. Г. Саушкиным, А. Т. Хрущёвым, И. Л. Савельевой и другими отечественными экономико-географами, в согласно которой размещение ресурсоёмких производств производится в соответствии с природным сочетанием энергетических и сырьевых ресурсов, а также общим экономико-географическим и транспортным условиям района. Позиция автора заключается в системном определении параметров производственных комплексов, наилучшим образом использующих территориальное сочетание природных ресурсов, учитывая возможности новых технологий, а также маркетинговые, экологические, транспортные, инвестиционные ограничения, позволяющие сформировать в регионе достаточно развитую сеть взаимосвязанных производств. Учитывая множество имеющихся месторождений и проявлений железорудного сырья в Байкальском регионе, решающим фактором размещения перспективных предприятий чёрной металлургии оказывается близость эффективных ресурсов угля.

Результаты исследования и область их применения. Металлургический комплекс Байкальского региона как хозяйственной системы наряду с машиностроительным комплексом призван служить основой для развития внутрирегиональных связей, реализующих отношения специализации и кооперирования.

Как и в настоящее время, в указанных выше публикациях считается, что основная часть потребностей в металле в регионе приходится на продукцию машиностроения для горной, химической промышленности, металлические изделия для строительства, трубы для нефтяной и газовой промышленности, а также иных производств (станкостроение, транспортное машиностроение, оборудование для коммунального хозяйства и др.). Новые потребности региона, на наш взгляд, связаны с перспективами развития (реанимации) судостроения – Качугская судостроительная верфь, Киренская РЭБ флота (Иркутская область, р. Лена), Сретенский судостроительный завод (Забайкальский край), включая суда класса «река-море», рыболовецкие суда, а также со строительством и реконструкцией автомобильных дорог на железобетонной основе. В то же время следует учитывать и экспортные возможности производства металлопроката в Байкальском регионе.

Новые металлургические предприятия в Байкальском регионе следует создавать по технологиям прямого восстановления железа (по бездоменным, бескоксовым), в которых используются обычные энергетические угли. Причинами этому являются не только сокращающиеся запасы и удорожающаяся добыча коксующихся углей, но и существенные инвестиции в строительство коксовых батарей, имеющих значительные выбросы в атмосферу токсичных загрязнителей. Кроме того, имеются ограниченные возможности доменного производства чугуна при использовании комплексных видов железных руд (титаномагнетитов, сидеритов), запасы которых в регионе и стране значительны. Например, из 16,8 млрд т железных руд Уральского федерального округа, на долю титаномагнетитовых руд приходится 80 %; суммарные запасы Бакальской группы месторождений составляют около 988 млн т, из них на сидериты приходится свыше 92 %. Использование природного газа в качестве восстановителя и топлива на металлургических предприятиях Сибири и Дальнего Востока представляется маловероятным, прежде всего, по причине наличия значительных ресурсов угля.

Отечественные металлургические компании (Магнитогорский металлургический комбинат, ГК «Петропавловск») проводят оценочные исследования по применению технологии получения гранулированного чугуна во вращающейся печи на угольной подложке – ITmk3, разработанной японской фирмой Kobe Steel. Первый завод мощностью 500 тыс. т/год запущен в 2010 г. компанией Mesabi Nuggets, штат Миннесота, США. Считается, что инвестиции по данной технологии на 20 % ниже капитальных затрат на традиционные металлургические объекты аналогичной мощности, эксплуатационные расходы ниже на 30 %; срок окупаемости – 2,5 года; атмосферные выбросы ниже на 30 %. Технология «всеядна» к сырью, включая отходы сталелитейного производства, титаномагнетиты, сидериты.

В основе способа разработанного ООО «Промышленная компания "Технология металлов", г. Челябинск, под названием «МАГМА», лежит процесс карботермического восстановления металлов из оксидов с использованием тепла окисления углеродистого топлива кислородом в кислородном реакторе [7]. В качестве окислителя используется технический кислород, топлива – энергетический уголь. КПД энергоресурсов составляет

90 %. Типовая мощность агрегата составляет 200...250 тыс. т чугуна в год. Используется неокискованная железная руда. Агрегат работает в непрерывном режиме, для охлаждения используется жидкометаллический теплоноситель (жидкий натрий). Подина плавильной камеры, в которой находится зона нахождения металлического расплава, футерованная огнеупорами, охлаждается жидкометаллическим теплоносителем, что обеспечивает её высокую стойкость. По утверждениям разработчиков, технико-экономические показатели процесса превосходят показатели Romelt (Россия) и Hismelt (Австралия) [Там же, с. 17]. В свою очередь инвестиции в металлургические предприятия по технологии «Ромелт» при мощности по чугуну 300 тыс. т/год и использовании 66 % концентрата составляют около 168 млн долл., срок окупаемости инвестиций – 4,2 года.

Для металлургической переработки титаномагнетитов с возможностью эффективной переработки титанистого шлака, содержащего также и ванадий, в высокопроизводительном одностадийном агрегате А. А. Голубевым и Ю. А. Гудимом [13] предложен способ, согласно которому титаномагнетитовый концентрат восстанавливается до железа в жидкой фазе в плавильной камере (дуговой электропечи) с использованием угля и кислородного дутья при уменьшенном расходе углерода. Такой подход приводит к тому, что соединения ванадия не переходят в металл, а остаются в шлаке. Шлак перерабатывается с получением ферросилиция, ферросиликованадия, ферротитана.

Имеется возможность эффективной переработки сидеритовых и титаномагнетитовых руд по технологии твёрдофазного восстановления, реализующей положения электронной теории восстановления [17]. В результате твёрдофазного восстановления во вращающейся восстановительной печи, при относительно низкой температуре (900...1200 °С) с использованием в качестве топлива и восстановителя обычного энергетического угля, получается металлооксидный композит, содержащий практически чистое первородное железо и неразбавленный шлакообразующими добавками концентрат оксидов невосстановленных металлов, включая оксиды титана (при переработке титаномагнетитов), магния.

Все описанные технологии имеют мощность порядка 200...300 тыс. т металла в год. Поэтому для наращивания суммарной

мощности следует применять несколько агрегатов. Отсюда следует, что основным лимитирующим фактором, определяющим минимальный объём производства, кроме маркетингового, является минимальная эффективная мощность горно-обогатительных комбинатов.

Другой перспективной инновацией представляется использование бурых углей в печах кипящего слоя с получением полукокса (торговая марка – Термококс®), используемого в качестве восстановителя и топлива в металлургических процессах, и синтез-газа, который может использоваться в качестве топлива взамен природного газа. Наряду с низкой себестоимостью (20...30 долл./т), термококс в сравнении с классическим коксом обладает на порядок более высокой реакционной способностью при восстановлении железной руды, а также пониженным электросопротивлением. В электрометаллургических процессах последнее свойство позволяет существенно снизить энергопотребление. «Термококс» испытан на установках по прямому получению железа (Direct Reduced Iron – DRI) в японской компании Kobe Steel и получил весьма высокую оценку [10; 21].

Существенной инновационной тенденцией в горнодобывающем производстве является подземное обогащение руд, в том числе железных, с заполнением выработанного пространства хвостами обогащения [14; 19; 20]. Как показывают расчёты, капитальные и текущие затраты при таком способе добычи руд не выше, чем затраты на строительство аналогичного по мощности комплекса на поверхности, а в ряде случаев и ниже на 20...30 % [20]. Данный подход к подземной отработке железорудных месторождений особенно перспективен для магнетитовых руд Капайско-Ангарской группы (Илимский район, Иркутская область), где основная часть ресурсов сосредоточена на глубине свыше 500 м, а также для глубоких горизонтов месторождений Озерного горного района (Бурятия).

Рассмотрим подробнее особенности размещения перспективных металлургических комплексов:

1. *г. Петровск–Забайкальский.* Петровск-Забайкальский металлургический завод первоначально начал функционировать в 1790 г. После ряда реконструкций в 1960–1970-х гг. мощность завода составила 370 тыс. т стали в год. Место расположения предприятия достаточно благоприятно, учитывая бли-

зость к промышленным центрам юга Забайкалья, Бурятии и Иркутской области. Завод имел в своём составе доменную и мартеновскую печи, используя привозной чугуна и металлолом. Из-за нехватки сырья в конце 1990-х гг. резко сократился объём производства; в 2002 г. предприятие признано банкротом. Для будущего (нового) Петровск-Забайкальского металлургического завода магнетитовый концентрат в объёме порядка 2,5 млн т/год, производимый на Быстринском ГОКе (Газимур-Заводской район Забайкальского края), является приоритетным по доступности сырьём. Балансовые запасы железа составляют 67,7 млн т; прогнозные – порядка 300 млн т. В настоящее время магнетитовый концентрат продаётся в Китай. Отметим также прогнозные запасы молибдена на Быстринском месторождении, составляющие 250 тыс. т; на соседнем Бугдаинском месторождении имеются балансовые запасы молибдена – 599,7 тыс. т.

Производство чугуна с последующим получением стали предлагается производить в топливо-кислородных агрегатах непрерывного действия МАГМА. Топливную базу нового Петровск-Забайкальского металлургического комбината составит Зашуланское угольное месторождение, которое находится на территории Красночикийского района Забайкальского края, в 115 км от железнодорожной станции «Петровск-Забайкальский», в 26 км от пос. Шимбилик. Намечено строительство железной дороги протяженностью 168 км от ст. Гыршелун к угольному месторождению. Добычу угля на месторождении намечено производить открытым способом, проектная мощность разреза составляет 5 млн т угля [9].

Строительство железнодорожной ветки «Мозгон – Новый Уоян», соединяющей Транссиб и БАМ, позволит получить доступ к разнообразным минерально-сырьевым ресурсам Озерного горного района. В нашем случае представляют интерес ресурсы магнетитовых месторождений Солонго и примыкающие к нему Аришинское и Гурвунурское. Месторождение Солонго расположено в 100 км от ст. Мозгон (Забайкальская железная дорога). Балансовые запасы по кат. С1 и С2 до глубины 450...500 м составляют 120 млн т. В процессе обогащения получается концентрат, содержащий 55...57 % железа и 8 % марганца. Аришинское месторождение магнетитов расположено в 5,5 км от месторождения Солонго; запасы кат. С2 – 135 млн т (прогноз

ные до глубины 1 000 м – 400 млн т), среднее содержание железа в руде – 28 %. Балансовые запасы Гурвунурского месторождения кварц-магнетитов, расположенного в 4 км от Аришинского месторождения по кат. С1, С2 составляют 23,3 млн т (прогнозные до глубины 1000 м – 400 млн т); получаемый концентрат содержит 62,5 % железа. Рядом с названными магнетитовыми месторождениями расположено Озерное сидеритовое месторождение со средним содержанием железа в руде – 31...32 %, марганца – 3,9 %. Получаемый концентрат содержит 52...56 % железа, 9,0...9,4 % марганца. Запасы в контуре карьера – 29,1 млн т (прогнозные – свыше 100 млн т) [8, с. 65–71]. Город Петровск-Забайкальский находится в 106 км от Улан-Удэ и в 330 км от Читы по железной дороге, в городах, где возможно наращивание машиностроительного производства и металлоизделий. Оцениваемая мощность по металлу – 1,5...3 млн т.

2. *Приаргунский район.* Возможности размещения здесь металлургического производства обусловлены, прежде всего, наличием значительных ресурсов бурых углей. Ресурсы Южно-Аргунского угленосного района (месторождения Кутинское, Приозерное, Пограничное и ряд углепроявлений) оцениваются в размере около 2 млрд т. Месторождения расположены на расстоянии 30...40 км от пос. Приаргунск. Горно-геологические условия отработки месторождений благоприятные для открытой добычи. Балансовые запасы по трём названным месторождениям составляют 461,6 млн т забалансовые – 467,2 млн т [18].

Рудную базу составит Березовское месторождение сидеритов и бурых железняков (Нерчинско-Заводской район Забайкальского края), расположенное в 90 км от Приаргунска. Транспортной стратегией России до 2030 г. предусмотрено строительство железной дороги от ст. Приаргунск до Березовского месторождения. Ресурсы сидеритовых руд составляют 235 млн т при среднем содержании железа 35,6 %; запасы бурых железняков – 173 млн т, среднее содержание железа 46,9 % (суммарные запасы железа – 164 млн т). Руды природно-легированы марганцем (0,32 ... 0,62 %). Коэффициент вскрыши весьма незначительный – 1 т/т [8, с. 53]. Как показывает опыт металлургической переработки бакальских сидеритовых руд, эффективной является технология ITmk3 [12]. Лицензия на освоения месторождения предусматривала строительство металлургического

завода, однако инвестор (первоначально – китайская компания «Лунэн» данное условие не выполнил, ссылаясь на технологические трудности. Предлагаемое размещение металлургического предприятия в районе пос. Приаргунск объясняется наличием более развитой инфраструктуры, включая довольно мощную ТЭЦ.

3. *Братский район (Иркутская область).* Создание в г. Братске сталепрокатного производства на привозных заготовках с последующим строительством металлургического комбината полного цикла. Российский экспорт металлических заготовок составляет около 14 млн т в год. Часть этого металла может быть использовано для производства ферросплавов и проката для внутреннего потребления, а также для экспортных целей, используя дешевую электроэнергию. Перспективы развития сталепрокатного производства увеличиваются в свете намеченного освоения Озерного свинцово-цинкового месторождения, возможностей добычи и переработки в Байкальском регионе марганцевых, молибденовых, вольфрамовых руд, редких металлов (ванадий, ниобий, тантал), а также имеющегося производства металлического кремния (Братск, Шелехов). Расположение Братска на Ленской железнодорожной магистрали (Тайшет – Усть-Кут (ст. Лена)), выходящей на БАМ в сочетании с имеющимися мощностями электроэнергетики позволяет организовать здесь металлургическое производство мощностью порядка 5...7 млн т на базе Чарской группы железистых кварцитов и дешевых углей Абанского месторождения Канско-Ачинского бассейна (Красноярский край), отстоящего на 290 км по железной дороге от Братска. Расстояние от Братска до ст. Новая Чара – 1440 км.

Перспективы освоения месторождений Чарской группы и Чинейского титаномагнетитового месторождения возрастают в связи с начавшимся строительством Удоканского горно-металлургического комбината. К Чарской группе относятся Сулуматское (южное), Нижне-Сакуканское (южное), Сулуматское (северное), Нижне-Сакуканское (северное). Указанные месторождения компактно расположены. Наиболее крупные разведанные запасы приходятся на Южно-Сулуматское месторождение магнетитовых кварцитов (650 млн т с содержанием в руде (в %): FeO – 14,24; Fe₂O₃ – 22,2; TiO₂ – 0,11; V₂O₅ – до 0,03), расположенное в 25 км к северу от трассы БАМ, в соседстве с эксплуатиру-

емым Апсатским месторождением коксующихся углей. Руды легкообогатимы с получением концентрата с содержанием железа 64...72 % [25].

В перспективе возможно также использование руд Чинейского месторождения (участок Магнитный), расположенного в 45 км юго-восточнее ст. Новая Чара и в 15 км к югу от Удоканского месторождения. Общие запасы титаномагнетитовой руд по Чинейскому месторождению составляют порядка 30 млрд т, включая участок «Магнитный» – с запасами 2 млрд т руды, содержащей в среднем: 34,6 % Fe_{общ}; 6,74 % TiO₂; 0,54 % V₂O₅.

Организация крупного (порядка 1 млн т чугуна) металлургического передела железных руд Чаро-Удоканского рудного района маловероятна, прежде всего из-за неблагоприятных условий рассеивания атмосферных выбросов, вызванных частыми штормами.

Одной из проблем освоения средне-титанистых руд Чинейского месторождения является утилизация титанистых шлаков, образуемых при металлургической переработке руд методом прямого восстановления железа. При современном потреблении двуокиси титана в развитых странах в размере 2...4 кг на душу населения, перспективный объём рынка этого продукта в России может быть оценен до 600 тыс. т.

Часть (около 18 %) актуальной потребности в диоксиде титана (порядка 300 тыс. т) будет обеспечена за счёт освоения ильменит-циркониевых песков Туганского месторождения, осуществляемого АО «ТГОК «Ильменит» (Томский район одноименной области). Переработка титанового концентрата осуществляется по фторидной технологии ГК «Росатом» в промышленной зоне АО «СХК» ЗАТО Северск (Томская область). Наиболее ёмкий рынок сбыта диоксида титана связан с включением его в состав бетонов. При этом обеспечивается не только получение белой цветовой гаммы, но и эффект самоочистки поверхности, получение фотокаталитического эффекта – очистки воздуха от органических соединений и NO_x [24]. Кроме того, использование наночастиц TiO₂ приводит к увеличению прочности мелкозернистого бетона на изгиб более чем в 4 раза, на сжатие – в 3 раза [3]. При ежегодном производстве цемента в стране около 60 млн т может быть утилизировано порядка 600 тыс. т TiO₂. В этом случае возможна ежегодная переработка порядка 13 млн т чинейской руды с извлечением 4,5 млн т железа, 70 тыс. т V₂O₅ (39 тыс.

т в пересчете на ванадий) и 900 тыс. т TiO₂. Применение сталей, легированных ванадием позволяет уменьшить массу металлических строительных конструкций на 10...15 %, повысить надёжность и долговечность различных деталей и механизмов. В 2019 г. в России произведено 59,2 тыс. т V₂O₅ (в 2005 г. – 26,5 тыс. т).

Титанистый шлак, образуемый при металлургическом переделе титаномагнетитов может быть переработан по экологичной фторидной технологии [6].

Эксплуатируемое в настоящее время Абанское бурогольное месторождение – крупнейшее в Канско-Ачинском бассейне с балансовыми запасами 16,8 млрд т расположено в 60 км от ст. Канск с подведённой железнодорожной веткой. По имеющимся оценкам тонна условного топлива здесь в 2...3 раза дешевле, чем из природного газа и в 3...5 раз, чем из нефти [4]. Канско-ачинский бурый уголь как восстановитель и топливо в металлургических процессах отличается: незначительным содержанием серы (0,2...0,6 %); низкой зольностью (до 8...10 %); отсутствием вредных элементов; относительно высокой удельной теплотой сгорания (3600 ...3800 ккал/кг); благоприятным содержанием в золе CaO+MgO (52 %).

Учитывая особенности направления грузопотока по БАМ, заключающегося в перевозке угля в восточном направлении, а в обратном направлении полувагоны идут пустыми, загрузка их железной рудой в западном направлении позволяет рассчитывать на сниженный тариф.

3. *Усть-Илимский металлургический комбинат* может быть создан на основе использования местных ресурсов легкообогатимых магнетитовых руд Ангаро-Катской группы (Нерюндинское, Капаевское, Поливское, Молдаванское); общее содержание железа в рудах 15...60 %; рудные тела залегают на глубине порядка 500 м. Общая оценка железорудных ресурсов составляет более 3 млрд т легкообогатимых магнетитовых железных руд, в т. ч. 300 млн т могут обрабатываться открытым способом. Разведанных запасы по промышленным категориям – более 1 млрд т, в т. ч. пригодных для отработки карьерным способом – 276 млн т.

Транспортной стратегией до 2030 г. намечено строительство железной дороги от Усть-Илимска к Нерюндинскому и Капаевскому месторождениям, стоимостью 0,9 млрд р. Инвестиции в создание ГОК и строительство

металлургического комплекса оцениваются в 34,4 млрд р. Институтом «ГИПРОРуда» разработаны графики развития горных работ, которые предусматривают поддержание мощности Капаевского ГОКа в объёме, необходимом для производства около 5 млн т железорудного концентрата в год.

Прогнозная оценка ресурсов эксплуатируемого для Усть-Илимской ТЭЦ Жеронского месторождения каменных углей составляет более 1 млрд т; утверждено в ГКЗ – 176 млн т. Балансовые запасы Кеульской угольной площади, расположенной в 60 км от Усть-Илимска, составляют 1319 млн т, забалансовые – 249 млн т. В 50 км к западу от Усть-Илимска выявлено проявление бурых углей с прогнозными ресурсами порядка 120 млн т.

4. Тулунский район (Иркутская область). Здесь возможно создание металлургического комбината в районе г. Тулун (Иркутская область) мощностью порядка 2...3 млн т стали в год на основе проявления магнетитовых руд в районе Белозиминского апатит-редкоземельного месторождения, а также титаномагнетитовых руд соседних месторождений Хаактыг-Ой и Верхне-Ийское.

На площадке Белозиминского апатит-редкоземельного месторождения (136 км от г. Тулун, Иркутская область) выявлено проявление магнетитовых руд ($Fe_{\text{общ}}$ – 31...32 %), легированных ниобием ($Nb_{\text{общ}}$ – 0,14 %) и танталом (Ta 0,008...0,01 %), ресурсы которых оцениваются в 320 млн т [1]. На Белозиминское апатит-редкоземельное месторождение приходится 34,5 % российских запасов кат. А+В+С1 ниобия. Ещё 10,1 % приходится на среднее по запасам Большетагинское и мелкое Среднезиминское месторождения. Освоение Белозиминской группы редкометалльных месторождений облегчается в связи с началом освоения Зашихинского тантал-ниобиевого месторождения (160 км от г. Тулуна в Восточных Саянах). При переработке руд Белозиминского апатит-редкоземельного месторождения попутно может быть получено около 80 тыс. т магнетитового концентрата, обогащённого ниобием и танталом. Комплексное использование апатит-редкоземельных руд белозиминского рудного района позволяет также получать ежегодно 420 тыс. т апатитового концентрата, что достаточно для удовлетворения потребностей сельского хозяйства Восточной Сибири [1, с. 10]. Предполагается в месте добычи магнетитовой руды

осуществлять только обогащение; концентрат отправлять по пульпопроводу. Длину пульпопровода можно сократить примерно до 130 км, разместив металлургическое предприятие в районе деревни Верхний Бурбук Тулунского района, где долгосрочной программой развития угольной промышленности России на период до 2030 г. (утверждена распоряжением Правительства РФ от 24 января 2012 г. № 14-р) предусмотрено строительство угольной ГРЭС мощностью 2000 МВт на базе углей Ишидейского месторождения. Месторождение расположено в 90 км к юго-западу от Тулуна, балансовые запасы составляют 849 млн т.

Приращение рудной базы рассматриваемого металлургического комплекса возможно за счёт ресурсов Таежно-Ерминской группы месторождений магнетитовых железистых кварцитов, расположенной в предгорьях Саян, в 120 км от ст. Залари, с ресурсами 350...400 млн т, содержанием $Fe_{\text{общ}}$ – 30 %, глубиной залегания до 300...400 м, а также Онотской группы месторождений железистых кварцитов и железосодержащих сланцев с суммарными прогнозными запасами 150...170 млн т, с содержанием железа в них 28...59 %. В Присаянской марганцевой зоне, которая тянется вдоль Транссибирской магистрали от Тулуна до Тайшета, имеются существенные запасы марганцевой руды. Крупное Николаевское месторождение расположено в 50 км от г. Нижнеудинск. Балансовые запасы составляют 2,1 млн т, прогнозные – 25 млн т. Общая прогнозная оценка объёма марганцевых руд Иркутской области составляет 470 млн т.

Выводы. Коренное изменение геополитической и геоэкономической ситуации приводит к повышению роли во внешнеэкономических связях стран АТР, что усиливает позиции Байкальского региона как производителя энергоёмкой продукции и энергоносителей, получаемых с применением современных технологий. Стратегия Китая в отношении металлургии предусматривает сокращение внутреннего производства стали и увеличение её импорта. В качестве перспективного инвестора для создания металлургических производств в Байкальском регионе может быть названа компания «Магнитогорский металлургический комбинат», которая имеет обеспечение сырьём за счёт собственных активов лишь на 10 %. Основная часть сырья до 2021 г. в годовом объёме 7...8 млн т поставлялась с Соколовско-Сарбайского ГОКа

(Казахстан). Однако поставки прекращены в свете поддержки руководством Казахстана антироссийских санкций со стороны Запада. «Выпавшая» часть сырья по более длинному (в 6 раз) плечу получается с горно-обогатительных комбинатов района КМА. Для данной компании разумной представляется стратегия переноса части производства стали в Байкальский регион с предоставлением мер государственной поддержки.

Становление чёрной металлургии Байкальского региона, как и Дальнего Востока, относится к вопросам государственной стратегии. К числу мер по стимулированию созда-

ния металлургических предприятий, следует отнести:

- включение в состав лицензионных условий использования железорудных месторождений создание металлургических производств [2];

- придание территориям размещения предприятий металлургического комплекса, включая угольные, статуса «территории опережающего развития» с известными льготами налогового и инвестиционного характера;

- образование государственных металлургических компаний и компаний с участием государства.

Список литературы

1. Аликберов В. А., Тигунов Л. П. Состояние и перспективы использования в металлургии легированных чугунов и сталей // *Черная металлургия*. 2018. № 5. С. 3–12.
2. Архипов Г. И. Проблема дальневосточной черной металлургии: обзор состояния и приоритеты // *Проблемы прогнозирования*. 2017. № 3. С. 42–51.
3. Баженов В. К., Червонцева М. А. Эффективность применения фотокаталитических бетонов в городском строительстве // *Вестник МИТУ-МАСИ* № 3. 2018. С. 27–31.
4. Буткин В. Д., Демченко И. И. Проблемы переработки и комплексного использования Канско-Ачинских углей // *Горная промышленность*. 2011. № 1. С. 25–35.
5. Винокуров М. А., Суходолов А. П. Экономика Иркутской области / Иркут. гос. экон. акад. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. экон. акад.: НПО Облмашинформ, 1998. 276 с.
6. Гордиенко П. С., Щека С. А., Бакеева Н. Г., Пашнина Е. В., Усольцева Т. И., Колзунов В. А. Гидрофторидный метод переработки ильменитовых концентратов // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2010. № 4. С. 278–288.
7. Гудим Ю. А., Голубев А. А., Занулов И. Ю. Топливокислородный плавильный агрегат непрерывного действия, его применение в металлургии и для утилизации отходов // *Вестник Южно-Уральский государственный университет*. 2008. № 21. С. 16–23.
8. Калугин А. С., Калугина Т. С., Иванов В. И. Железорудные месторождения Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. 241 с.
9. Иващенко Э. А., Овешников Ю. М., Авдеев П. Б., Субботин Ю. В. Горнотранспортный вскрышной комплекс Зашуланского угольного разреза // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2021. № 3–2. С. 90–98. DOI: 10.25018/02361493202132090.
10. Исламов С. Р. Бурый уголь как основа черной металлургии нового поколения // *Уголь*. 2017. № 7. С. 17–21. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-7-17-21.
11. Никольский А. Ф., Шуплецов А. Ф. Маятник XXI века: организация крупнейшего металлургического производства на базе руд Чинейского и Малотагульского месторождений // *Известия Байкальского государственного университета*. 2018. Т. 28, № 1. С. 44–55. DOI 10.17150/2500-2759.2018.28(1)-44-55.
12. Панишев Н. В., Бигеев В. А., Дудчук И. А. Опыт, проблемы и перспективы переработки шпатовых железняков бакальского месторождения // *Теория и технология металлургического производства*. 2017. № 1. С. 7–15.
13. Патент № 2503724 Российская Федерация, МПК C21B 13/00 (2006.01). Способ переработки титаномагнетитовых руд: № 2012115763: заявл. 20.04.2012; опубл. 10.01.2014 / Голубев А. А., Гудим Ю. А. 10 с.
14. Пирогов Г. Г. Перспективные технологии подземной добычи руд // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2017. Т. 23, № 2. С. 28–33. DOI: 10.21209/2227924520172322833.
15. Рогов В. Ю. Оценка перспектив развития черной металлургии Иркутской области на основе ресурсов Восточных Саян и инновационных технологий // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2022. Т. 28, № 2. С. 19–28. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-2-19-28.
16. Рогов В. Ю. Современные представления о реальных направлениях размещения предприятий черной металлургии в Сибири // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2020. Т. 26, № 7. С. 132–139 DOI: 10.21209/222792452020267132139.
17. Рошин В. Е., Салихов С. П., Поволоцкий А. Д. Твердофазное предвосстановление железа – основа безотходных технологий переработки комплексных руд и техногенных отходов // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. 2016. Т. 16, № 4. С. 78–86 DOI: 10.14529/met160408.

18. Сидорова Г. П., Авдеев П. Б., Якимов А. А., Овешников Ю. М. Состояние и перспективы освоения Южно-Аргунского угленосного района // Уголь. 2019. № 4. С. 76–81. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-76-81>.
19. Соколов И. В., Смирнов А. А., Гобов Н. В., Антипин Ю. Г. Целесообразность применения подземных обогатительных комплексов на железорудных шахтах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 6. С. 203.
20. Соколов И. В., Гобов Н. В., Антипин Ю. Г., Смирнов А. А., Никитин И. В., Соломеин Ю. М. Систематизация и методика оценки вариантов стратегии освоения железорудных месторождений с применением подземных обогатительных комплексов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 7. С. 101–108.
21. Степанов С. Г., Логинов Д. А., Кочетков В. Н. Термическое обогащение угля как инструмент повышения угольного бизнеса // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 2. С. 10.
22. Суходолов А. П. Предпосылки и перспективы формирования комплекса черной металлургии в Восточной Сибири и Иркутской области // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2015. Т. 25, № 1. С. 5–12. DOI: [10.17150/1993-3541.2015.25\(1\).5-12](https://doi.org/10.17150/1993-3541.2015.25(1).5-12).
23. Сысоева Н. М., Кузнецова А. Н. Байкальская природная территория в новой сетке макрорегионов Сибири // ЭКО. 2019. № 5. С. 90–91.
24. Тимохин Д. К., Геранина Ю. С. Долговечность цементных бетонов с добавкой диоксида титана в агрессивных условиях городской среды // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2016. № 2. С. 9–12.
25. Трубочев А. И., Чечеткин В. С., Секисов А. Г., Селихов В. С., Лавров А. Ю., Манзырев А. В. Стратиформные месторождения зоны БАМ и проблемы их освоения // Вестник Забайкальского государственного университета. 2014. № 12. С. 54–64.

References

- Alikberov V. A., Tiginov L. P. The state and prospects of use in metallurgy of alloyed cast irons and steels. *Ferrous metallurgy*, no. 5, pp. 3–12, 2018. (In Rus.).
- Arkhipov G. I. The problem of the Far Eastern ferrous metallurgy: an overview of the state and priorities. *Problems of forecasting*, no. 3, pp. 42–51, 2017. (In Rus.).
- Bazhenov V. K., Chervontseva M. A. The effectiveness of the use of photocatalytic concrete in urban construction. *Bulletin of the MITU–MASI*, no. 3, pp. 27–31, 2018. (In Rus.).
- Butkin V. D., Demchenko I. I. Problems of processing and integrated use of Kansk-Achinsk coals. *Mining industry*, no. 1, pp. 25–35, 2011. (In Rus.).
- Vinokurov M. A., Sukhodolov A. P. Economics of the Irkutsk region / *Irkut. gos. ekon. acad. Irkutsk: Irkutsk State Economic Academy Publ.: NPO Oblmashinform*, 1998. (In Rus.).
- Gordienko P. S., Shcheka S. A., Bakeeva N. G., Pashnina E. V., Usoltseva T. I., Kolzunov V. A. Hydrofluoride method of processing ilmenite concentrates. *Mining information and analytical bulletin*, no. 4, pp. 278–288, 2010. (In Rus.).
- Gudim Yu. A., Golubev A. A., Zanulov I. Yu. Fuel-oxygen melting unit of continuous action, its application in metallurgy and for waste disposal. *Bulletin of SUSU*, no. 21, pp. 16–23, 2008. (In Rus.).
- Kalugin A. S., Kalugina T. S., Ivanov V. I. *Iron ore deposits of Siberia*. Novosibirsk: Nauka, 1981. (In Rus.).
- Ivashchenko E. A., Oveshnikov Yu. M., Avdeev P. B., Subbotin Yu. V. Mining transport stripping complex of the Zashulansky coal mine. *Mining information and analytical bulletin*, no. 3–2, pp. 90–98, 2021. DOI: [10.25018/02361493202132090](https://doi.org/10.25018/02361493202132090). (In Rus.).
- Islamov S. R. Brown coal as the basis of ferrous metallurgy of a new generation. *Coal*, no. 7, pp. 17–21, 2017. DOI: [10.18796/0041-5790-2017-7-17-21](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2017-7-17-21). (In Rus.).
- Nikolsky A. F., Shupletsov A. F. Pendulum of the XXI century: organization of the largest metallurgical production based on the ores of the Chinaysk and Malotagul deposits. *Proceedings of the Baikal State University*, vol. 28, no. 1, pp. 44–55, 2018. DOI [10.17150/2500-2759.2018.28\(1\)-44-55](https://doi.org/10.17150/2500-2759.2018.28(1)-44-55). (In Rus.).
- Panishev N. V., Bigeev V. A., Dudchuk I. A. Experience, problems and prospects of processing of shpat iron ore from the Bakalskoye deposit. *Theory and technology of metallurgical production*, no. 1, pp. 7–15, 2017. (In Rus.).
- Patent no. 2503724 Russian Federation, MPK C21B 13/00 (2006.01). Method of titanium-magnetite ores processing. No. 2012115763. Application 20.04.2012. Publ. 10.01.2014. Golubev A. A., Gudim Yu. A. (In Rus.).
- Pirogov G. G. Promising technologies of underground ore mining. *Bulletin of the Transbaikal State University*, vol. 23, no. 2, pp. 28–33, 2017. DOI: [10.21209/2227924520172322833](https://doi.org/10.21209/2227924520172322833). (In Rus.).
- Rogov V. Yu. Assessment of the prospects for the ferrous metallurgy development of the Irkutsk region on the basis of the resources of the Eastern Sayans and innovative technologies. *Bulletin of the Transbaikal State University*, vol. 28, no. 2, pp. 19–28, 2022. DOI: [10.21209/2227-9245-2022-28-2-19-28](https://doi.org/10.21209/2227-9245-2022-28-2-19-28). (In Rus.).

16. Rogov V. Yu. Modern ideas about the real directions of the placement of ferrous metallurgy enterprises in Siberia. Bulletin of the Transbaikal State University, vol. 26, no. 7, pp.132–139, 2020. DOI: 10.21209/222792452020267132139. (In Rus.).
17. Roshchin V. E., Salikhov S. P., Povolotsky A. D. Solid-phase iron recovery – the basis of waste-free technologies for processing complex ores and technogenic waste. Bulletin of the South Ural State University, vol. 16, no. 4. pp. 78–86, 2016. DOI: 10.14529/met160408. (In Rus.).
18. Sidorova G. P., Avdeev P. B., Yakimov A. A., Oveshnikov Yu. M. The state and prospects of development of the Yuzhno-Argunsky coal-bearing area. Coal, no. 4, pp. 76–81, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-76-81>. (In Rus.).
19. Sokolov I. V., Smirnov A. A., Gobov N. V., Antipin Yu. G. The expediency of using underground processing complexes at iron ore mines. Mining information and analytical Bulletin, no. 6, pp. 203–206, 2014. (In Rus.).
20. Sokolov I. V., Gobov N. V., Antipin Yu. G., Smirnov A. A., Nikitin I. V., Solomein Yu. M. Systematization and methodology for evaluating options for the development of iron ore deposits using underground processing complexes. Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal), no. 7, pp. 101–108, 2015. (In Rus.).
21. Stepanov S. G., Loginov D. A., Kochetkov V. N. Thermal coal enrichment as a tool for increasing the coal business. Mining information and analytical bulletin, no. 2, p.10–12, 2015. (In Rus.).
22. Sukhodolov A. P. Prerequisites and prospects for the formation of the ferrous metallurgy complex in Eastern Siberia and the Irkutsk region. Proceedings of the Irkutsk State Academy of Economics, vol. 25, no. 1, pp. 5–12, 2015. DOI: 10.17150/1993-3541.2015.25(1).5-12. (In Rus.).
23. Sysoeva N. M., Kuznetsova A. N. Baikal natural territory in the new grid of macro-regions of Siberia. ECO, no. 5, pp. 90–91, 2019. (In Rus.).
24. Timokhin D. K., Geranina Yu. S. Durability of cement concretes with the addition of titanium dioxide in aggressive urban environment conditions // Technical regulation in transport construction, no. 2, pp. 9–12, 2016. (In Rus.).
25. Trubachev A. I., Chechetkin V. S., Sekisov A. G., Selikhov V. S., Lavrov A. Yu., Manzyrev A. V. Stratiform deposits of the BAM zone and problems of their development. Bulletin of the Trans-Baikal State University, no. 12, p. 54–64, 2014. (In Rus.).

Информация об авторе

Рогов Виктор Юрьевич, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры автоматизации и управления Иркутского национального исследовательского технического университета, г. Иркутск, Россия; rogovvu@mail.ru. Область научных интересов: рациональное ресурсопользование, геоэкономика, инноватика.

Information about the author

Rogov Viktor Yu., doctor of economic sciences, associate professor, professor, Automation and Control department, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia; rogovvu@mail.ru. Research interests: rational resource management, geo-economics, innovation.

Для цитирования

Рогов В. Ю. Становление чёрной металлургии Байкальского региона на основе инновационных решений // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 2. С. 164–175. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-2-164-175.

For citation

Rogov V. Yu. Formation of iron metallurgy of the Baikal region on the basis of innovative solutions // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 2. P. 164-175. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-2-164-175.