

Формирование индустриальной системы Байкальского региона на основе интеграционных инновационных проектов

Formation of the industrial system of the Baikal region on the basis of integration innovation projects

doi 10.26310/2071-3010.2021.277.11.007



В. Ю. Конюхов,
к. т. н., доцент, профессор
✉ c12@ex.istu.edu

V. Yu. Konyukhov,
candidate of technical sciences,
associate professor, professor



В. Ю. Рогов,
д. э. н., доцент, профессор
✉ rogovvu@mail.ru

V. Yu. Rogov,
doctor of economics,
associate professor, professor

Кафедра управления и автоматизации, Иркутский национальный исследовательский университет
Department of control and automation, Irkutsk national research university

Рассмотрены направления развития Байкальского региона как индустриальной системы на основе проектов, усиливающих межрегиональные производственно-технологические связи в ходе продолжения процесса индустриализации на основе новых технологий. Указано на необходимость институционализации Байкальского региона как нового федерального округа. Системообразующим мегапроектом является создание новой металлургической базы страны, сопоставимой с уральской. Показаны возможности строительства новых крупных лесопромышленных комплексов по прогрессивным технологиям, а также машиностроительных предприятий для лесной отрасли как сферы специализации Иркутской области. Показано ключевое значение развития в регионе углекислотных технологий. Байкальский регион становится центром производства редкоземельных элементов, получаемых из собственного и привозного сырья. Указана возможность образования «Байкальского энергетического кольца». Предложен проект по созданию на юге Забайкалья нового космодрома. Определены направления интенсивного развития пастбищного животноводства как сырьевой базы легкой и пищевой промышленности региона.

The directions of development of the Baikal region as an industrial system based on projects that strengthen interregional production and technological ties during the continuation of the industrialization process based on new technologies are considered. The need to institutionalize the Baikal region as a new federal district is pointed out. The system-forming mega-project is the creation of a new metallurgical base of the country comparable to the Ural. The possibilities of building new large timber-processing complexes using advanced technologies, as well as machine-building enterprises for the forest industry as a field of specialization of the Irkutsk region are shown. The key importance of the development of coal chemical technologies in the region is shown. The Baikal region is becoming a center for the production of rare earth elements obtained from its own and imported raw materials. The possibility of the formation of the «Baikal energy Ring» is indicated. A project has been proposed to create a new cosmodrome in the south of Transbaikalia. The directions of intensive development of pasture animal husbandry as a raw material base of the light and food industry of the region are determined.

Ключевые слова: Байкальский регион, индустриальная система, инновационные проекты, межрегиональная интеграция.

Keywords: Baikal region, industrial system, innovative projects, interregional integration.

Байкальский регион включает в себя Иркутскую область, Республику Бурятию и Забайкальский край. Отнесение Республики Бурятии и Забайкальского края в 2018 г. к Дальневосточному федеральному округу не отменяет самого существования Байкальского региона как социально-экономической и природно-географической системы. Однако, на практике такое административное отнесение, на наш взгляд, лишь усилило представление о периферийном положении указанных регионов. Поэтому 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 [1].

Особое значение в структуризации Байкальского региона имеет эколого-ресурсный фактор в форме Байкальской природной территории. Действие «байкальского фактора» обуславливает необходимость

применения эффективных экологизированных технологий, наиболее рационального использования имеющихся природных ресурсов. На наш взгляд, институционализация Байкальского региона как нового федерального округа соответствует, прежде всего, парадигме геэкономического и геополитического сдвига России в сторону Азиатско-Тихоокеанского региона с формированием на востоке страны индустриального полюса, соизмеримого, например, с уральским в европейской части России. Такая реконструкция хозяйственного ландшафта соответствует характеру вызова российскому обществу со стороны внешних и внутреннего системных кризисов. Требуется реальный переход экономики страны на мобилизационно-инновационный тип развития, системная индустриализация, национально-ориентированное регулирование отношений собственности, построение планово-рыночного хозяйственного механизма с соответствующей финансово-экономической системой, обеспечивающей такую трансформацию.

Планомерный процесс индустриализации Байкальского региона должен основываться на формировании системы территориально-производственных комплексов и потенциальных промышленных класте-

ров, в которых реализуются проекты с высоким интеграционным потенциалом, имеющих межрегиональное и народнохозяйственное значение.

Рассмотрим ресурсные и технологические предпосылки реализации указанных проектов, делая акцент на развитие внутренних и межрегиональных связей, определяющих формирование индустриальной основы Байкальского региона как системы на инновационной основе.

1. Развитие Байкальской металлургической базы

Основу любой индустриальной системы составляет металлургический комплекс по производству черных, цветных металлов и изделий из них. При этом в современных условиях решающее значение имеет производство сталей, легированных редкоземельными элементами [2], ферросплавов.

1.1. Черные металлы. Железо

Байкальский регион обладает хорошей по запасам, горно-геологическим условиям и качеству сырьевой базой для развития черной металлургии. В становлении металлургической базы Байкальского региона следует выделить два этапа. На первом происходит создание относительно небольших металлургических комплексов (до 300 тыс. т единичной мощности) на основе местных ресурсов руд и топлива, поскольку расстояния между административно-промышленными центрами зачастую превышают 1 тыс. км, что удорожает транспортировку массовых видов металлопродукции. На втором этапе происходит формирование металлургической базы национального масштаба.

Приоритет, даже на первом этапе, следует отдавать природно-легированным железным рудам, поскольку изделия из них обладают лучшими потребительскими свойствами и более высокой конкурентоспособностью. Освоение наибольших по запасам титано-магнетитовых руд в настоящее время ограничивается объемами использования ванадия (порядка 10 тыс т), металлического титана (порядка 40 тыс т) и двуокиси титана (порядка 600 тыс т).

В числе перспективных районов размещения металлургических комплексов выделим следующие:

- Петровск-Забайкальский. Город расположен в Забайкальском крае, вблизи Республики Бурятия. С 1790 по 2001 гг. здесь функционировал металлургический завод, мощность которого в 1990 г. составляла около 300 тыс т стали. Сырьевую базу нового производства могут составить месторождения с запасами в сотни млн т: сидеритовые руды Березовского месторождения, легированные марганцем (Забайкальский край); сульфидно-сидеритовые руды Озерного колчеданно-полиметаллического; железо-борно-редкометалльные руды месторождения Солонго (Республика Бурятия). Гигантскими запасами (млрд т) в зоне Байкало-Амурской железнодорожной магистрали на границе Иркутской области, Забайкальского края и Республики Саха – Якутия располагают: группа месторождений Чаро-Токкинского железорудного района (место-

рождения Тарыннахское и Горкитское); Чарская группа (южное и северное Сулдуматские, южное и северное Нижне-Сауканские). Указанные руды могут транспортироваться по намеченной к строительству железнодорожной ветке «Новый Уоян – Мозгон». Учитывая неблагоприятные условия для рассеивания атмосферных выбросов, а также высокую сейсмичность, создание металлургического производства в составе Удоканского ТПК представляется маловероятной.

Отметим, что имеется возможность эффективной переработки сидеритовых и других руд по технологии твердофазного восстановления, реализующей положения электронной теории восстановления [3]. В результате твердофазного восстановления при относительно низкой температуре и использовании в качестве восстановителя обычного энергетического угля получается металлооксидный композит, содержащий практически чистое первородное железо и неразбавленный шлакообразующими добавками концентрат оксидов невосстановленных металлов, включая оксиды титана, магния. Из восстановительного агрегата железо направляется в дуговой сталеплавильный агрегат. Годовая мощность одного комплекса составляет 100-300 тыс т.

Юг Забайкальского края располагает достаточными запасами бурого угля (Харанорское, Тугнуйское, Никольское, Приаргунская группа). Перспективной технологией является получение полукокса и синтез-газа из бурых углей по технологии «Термококк» [4]. Однако, наилучшими в стране по запасам, горно-геологическим условиям добычи и качеству являются бурые угли Канско-Ачинского бассейна (Красноярский край). Здесь целесообразно создать крупный угольный химико-энергетический комплекс по получению полукокса для металлургической промышленности Сибири и Урала с попутным производством синтез-газа для производства электрической энергии на газотурбинных агрегатах, а также метанола, синтетического жидкого топлива, синтетического белка и других продуктов. По имеющимся оценкам, тонна условного топлива здесь в 2-3 раза дешевле, чем из природного газа и в 3-5 раз – чем из нефти [5]. В данной комбинации – полукокк и синтез-газ, эффективность производства еще более возрастает. Канско-ачинский бурый уголь 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 повышенное содержание серы в углях юга Забайкалья, предлагается на первых порах перерабатывать их также по технологии «Термококк»; при этом часть серы перейдет в газовую фазу.

- Братско-Усть-Илимский ТПК Иркутской области. Наличие ресурсов дешевой электрической энергии от Братской, Усть-Илимской, а также Богучанской ГЭС (Красноярский край) позволяет создать в Иркутской области мощный электросталеплавильный комплекс. В настоящее время на базе цеха металлического кремния

БрАЗА в Братске действует завод ферросплавов. Metallургическое производство целесообразно осуществлять на основе ресурсов легкообогатимых магнетитовых кварцитов в забайкальской зоне БАМ: Чарской группы, а также Чаро-Токкинского железорудного района. Общие разведанные запасы только по Чаро-Токкинскому району оцениваются в 12,5 млрд т [6].

В качестве топлива для получения чугуна по технологии прямого восстановления также предлагается использовать бурый уголь Канско-Ачинского бассейна с получением малозольного, бессернистого полукокса и синтез-газа. Отметим, что в настоящее время ТЭС Братско-Усть-Илимского ТПК используют канско-ачинский уголь.

- Тулунский район Иркутской области. С перспективами освоения Белозиминской группы месторождений редких металлов связаны возможности освоения Белозиминского проявления магнетитовых руд ($Fe_{\text{общ}} - 31-32\%$), легированных ниобием ($Nb - 0,14\%$) и танталом ($Ta - 0,008-0,01\%$), ресурсы которых оцениваются в 320 млн т. Проявление находится на площадке Белозиминского апатит-редкоземельного месторождения [2, с. 10]. Комплексная переработка руд собственно Белозиминского редкоземельного месторождения также позволяет извлекать магнетитовый концентрат. Топливную базу металлургического комплекса могут составить месторождения: Мугунское бурогольное с запасами 2,1 млрд т, Ишидейское бурогольное с запасами 849 млн т. Как уже отмечалось, современные технологии внедомного получения железа позволяют использовать рядовые энергетические угли.

1.2. Ванадий и титан

В Байкальском регионе сосредоточены основные запасы титаномагнетитов России, на которые приходится также основная часть запасов железа в регионе. Наиболее перспективными к освоению следует считать ресурсы Чинейского титано-магнетитового месторождения (доказанные запасы составляют 1,5 млрд т, прогнозные ресурсы — 30 млрд т). Содержание в рудах участка Магнитный: $V_2O_5 - 0,54\%$; железа общего — 34,6%; TiO_2 — до 6,74%. Чинейское месторождение является крупнейшим в мире по запасам ванадия. Ванадий, наряду с собственными легирующими свойствами, способен в ряде случаев выступить заменителем ниобия, тантала, циркония, никеля, запасы и концентрации которых в иных рудах значительно ниже. Целевым продуктом, определяющим объемы использования ресурсов Чинейского месторождения следует считать именно ванадий. Мировое производство ванадия в 2018 г. составило 73 тыс т. Основной объем производства ванадия приходится на Китай, Россию и ЮАР. По данным 2012 г. разведанные запасы ванадия в месторождениях составили 14 млн т, из которых 5,1 млн т приходилось на Китай, 5 млн т — на Россию, 3,5 млн т — на ЮАР. При перспективном приросте годовой потребности российской металлургии в ванадии, допустим, на 10 тыс т, необходимый объем добычи

чинейской руды составит около 1,8 млн т, содержащей также 0,6 млн т железа общего и 120 тыс т двуоксида титана. На сегодняшний день наиболее эффективными методами переработки многих видов энергоемкого металлургического сырья, включая титановые руды, являются фторидные технологии. В процессе электролиза тетрафторида титана во фторидном солевом расплаве выход титана по веществу в катодный продукт достигает 93,4–98,5% мас., что намного выше, чем при магнетермическом восстановлении тетраоксида титана при проведении Kroll-процесса [7]. Имеются технические решения и одноэтапного восстановления титана высокой чистоты, позволяющие сократить расходы энергии в 8–15 раз по сравнению с применяемыми многооперационными процессами [8].

1.3. Алюминий

Решение проблемы обеспечения алюминиевых заводов Восточной Сибири (Иркутская область, Красноярский край, Республика Хакасия), где производится около 80% российского алюминия, глиноземом имеет характер нарастающей актуальности, особенно в связи с вводом в действие новых заводов: Тайшетского и Богучанского. Проблема обостряется в связи с произошедшим запретом со стороны Австралии поставлять бокситы и глинозем в Россию в рамках общих санкций Запада. В настоящее время компания «Русал» на площадке Ачинского глиноземного завода создает опытное производство по получению глинозема по хлоридной технологии с использованием каолинов. Примерно 60% глинозема, используемого на алюминиевых заводах страны, импортируется. Наиболее перспективными с позиции запасов и содержания глинозема (до 60%) являются руды кианит-силлиманитовой группы. Наиболее перспективными к освоению крупными месторождениями является Тымбинское (запасы категории С2 — 423,6 млн т), расположенное в 160 км к северу от Читы, а также рудопроявления Витимо-Патомского нагорья в зоне БАМ (Забайкалье) с прогнозными ресурсами кианита по категории Р3 1,5 млрд т [10, с.45]. В Иркутской области промышленные запасы силлиманита в Малобельско-Китойском железорудном-глиноземной рудном районе составляют 234 млн т, прогнозные ресурсы — 300 млн т. Для получения глинозема из указанных руд, а также из синныритов и золы ТЭС, перспективно применение аммонийно-фторидной технологии [11]. Сократить потребление импортного глинозема можно также путем замены части электролизного производства выпуском силуминовых сплавов из минералов силлиманитовой группы. Расход электроэнергии в расчете на 1 т алюминия при получении силумина электротермическим методом ниже на 20%, издержки снижаются на 30%. Перспективен также плазмохимический способ получения силумина и кремния [9].

1.4. Медь

В Забайкальском крае начато строительство Удоканского горно-металлургического комбината, осваивающего ресурсы одноименного месторождения,

3-го в мире по запасам (20,1 млн т меди; ресурсы — 27,3 млн т). Конечная продукция — катодная медь и сульфидный концентрат. Технологическая схема, запатентованная ООО «Байкальская горная компания», предусматривает коллективную флотацию с формированием коллективного концентрата, в который на первой стадии коллективной флотации извлекаются преимущественно сульфидные минералы меди, а на второй — окисленные минералы. Предусматривается дополнительное автоклавное выщелачивание для переработки халькопирита и производства серной кислоты, извлечение катодной меди из растворов по технологии SX-EW, флотацию кека выщелачивания с формированием товарного сульфидного концентрата, содержащего 40-45% меди. Производство конечной продукции 1-й очереди комбината — 125 тыс т катодной меди в год.

1.5. Цинк, свинец

Озерное полиметаллическое месторождение на востоке Бурятии входит в мировую десятку по запасам и качеству. Общие балансовые запасы руды составляют 135 млн т (среднее содержание цинка 6,16%; свинца — 1,17%; серебра — 35 г/т). Освоением месторождения занимается ООО «Озерное» (оператор месторождения). Объем добычи до 597 тыс т цинкового и до 82 тыс т свинцового концентрата. Предусмотрено использование технологии сверхтонкого помола без применения цианирования. Отметим важность колчеданных руд как сырья для производства серной кислоты в регионе. Образующиеся в процессе обогащения свинцово-цинковых руд отходы пирита могут быть использованы на крупнейшем в мире Приаргунском горнохимическом комбинате (г. Краснокаменск), где добывается основная часть российского урана. Реализуемый проект освоения Озерного месторождения не предусматривает создания на месте гидрометаллургического передела, что объяснимо, учитывая байкальский фактор. Однако, для металлургии Байкальского региона получение цинка имеет значение, в том числе для производства оцинкованного листового проката, дефицитного в стране.

1.6. Редкоземельные элементы (РЗЭ)

В настоящее время целевыми для освоения месторождениями как источниками РЗЭ, являются Томторское месторождение (Республика Саха — Якутия) и Зашихинское (Иркутская область, Восточные Саяны, 160 км от г. Тулун). Химико-металлургические передел намечено проводить на Краснокаменском гидрометаллургическом комбинате (Забайкалье). Наличие хранилища отходов обогащения радиоактивных руд определило названное предприятие в качестве базы развития химико-металлургических процессов по переработке редкоземельных руд Восточной Сибири. Однако, наличие мощных соляных пластов в Иркутской области как хранилищ низко радиоактивных отходов в сочетании с технологическими возможностями Ангарского электролизно-химического комбината указывает на возможности размещения в Ангарске производств по переработке руд редкоземельных элементов.

В указанном ранее Белозиминском месторождении сосредоточено 40% разведанных запасов ниобия страны. Использование технологии ликвационной плавки силикатно-фосфатного сырья, разработанной в Объединенном институте высоких температур РАН, позволяет перерабатывать тонкодисперсные шламы, образуемые после первой стадии обогащения руды. По ранее применявшейся технологии, со шламами терялось 15% ниобия, 26% редких земель, 20% фосфора и 48% железа. Комплексное использование апатит-редкоземельных руд Белозиминского рудного района позволяет также получать до 600 тыс т апатитового концентрата, что достаточно для удовлетворения потребностей сельского хозяйства Восточной Сибири. Протяженность спроектированной в 1964 г. Ленгипротранс автодороги «Тулун — Белозиминск» составляет 136 км. Предлагается осуществлять транспортировку породы по пульпопроводу до Тулуна с последующим выделением концентратов. Железо-ниобиевый концентрат первичной стадии обогащения руды содержащий: Fe_2O_3 до 58,3%; Nb_2O_5 до 2,02%, может быть использован для производства феррониобия по карботермической технологии. Апатитовый концентрат с этой стадии поступает на азотнокислотное разложение. Производство апатитового концентрата имеет жизненно важное значение для сельского хозяйства Восточной Сибири.

Катугинское редкоземельное месторождение (Забайкалье) с танталовым и иттриевым типом руд (Zr-TR-Nb-Ta) расположено в 50 км от разрабатываемого Удоканского месторождения меди. По количеству разведанных в контуре карьера запасов месторождение относится к весьма крупным, а с учетом запасов за контуром карьера — к уникальным.

Перспективным ресурсом для получения редкоземельных элементов и глинозема по аммонийно-фторидной технологии являются золы азейского угля. В золоотвалах ТЭС городов Ангарск, Усолье-Сибирское, Иркутск скопилось порядка 60 млн т золы, полученной от сжигания углей Азейского месторождения. Содержание скандия, иттербия, тантала, кобальта, превышает содержание в добываемых рудах. В накопленных золоотвалах содержится порядка 1140 т скандия и 260 т иттербия [12]. При переработке 1,5 млн т золы в год аммонийно-фторидным методом может быть получено: около 300 тыс т глинозема, в том числе в форме криолита; 2,8 т скандия (современное производство в стране — 1-1,5 т). Наиболее перспективное применение скандия — топливные элементы и лигатура с алюминием.

Перечисленные направления применения фторидных технологий в обогащении минеральных ресурсов указывают на необходимость создания на базе АЭХК регионального центра компетенций по фторидным технологиям.

1.7. Уран

В Байкальском регионе сосредоточена основная часть запасов урана страны. В настоящее время эксплуатируются ресурсы Стрельцовского месторождения — базы Приаргунского горно-химического комбината и

Хиагдинского месторождения (Бурятия). Последние обрабатываются методом подземного выщелачивания. Перспективными на уран являются и недра Иркутской области (объявленные ресурсы — 300 тыс т): проявления урановых руд типа «несогасие» Шангулежское и в Мамско-Чуйском районе. Концентрация основной части ресурсов урана страны в Байкальском регионе, обуславливает постановку вопроса о воссоздании здесь высокотехнологичного производства по обогащению урана в сочетании с переработкой руд редкоземельных элементов.

2. Химическая промышленность

2.1. Углекислота

Направление ресурсов природного газа крупнейшего в Восточной Сибири Ковыктинского газоконденсатного месторождения на экспорт (газопровод «Сила Сибири») несколько осложняет решение задачи развития газохимических производств в Иркутской области. Однако, существенным ресурсом остается попутный газ, получаемый при добыче нефти. Корпорация «Иркутская нефтяная компания» на базе попутно добываемого газа реализует проект по строительству Иркутского завода полимеров с годовой мощностью 650 тыс т полиэтилена. На использование газа Ковыктинского месторождения было ориентировано создание новых мощностей по производству метанола в Ангарской нефтехимической компании (АНХК), развитие производства ПВХ на предприятии «Саянскхимпласт». На наш взгляд, следует использовать опыт китайской промышленности, создавая установки по газификации угля. Особо отметим в этой связи необходимость увязки торговли природным газом, нефтью, металлами и другими продуктами с Китаем и другими странами с поставками технологического оборудования для развития не только добывающей, но и перерабатывающей промышленности. В настоящее время в Китае ежегодно газифицируется около 800 млн т угля. Для снижения атмосферных выбросов и расширения сырьевой базы намечено широко применять котлы с циркулирующим кипящим слоем. Напомним, что лидер нефтехимии в Восточной Сибири АНХК начал свою деятельность с производства синтетического бензина на установках полукоксования угля, полученных по репарации из Германии. Байкальский регион, в первую очередь Иркутская область, располагает значительными запасами угля со сложными горно-геологическими условиями и минералогическим составом. Каранцайское бурогольное месторождение находится в 40 км от районных центров и ж.-д. станций Куйтун и Зима. Балансовые запасы — 6,1 млрд т, геологические — 18,4 млрд т. Основная проблема в использовании — высокое содержание серы: от 3% и выше. Сера преимущественно органическая. Для участков, пригодных для добычи угля открытым способом целесообразно применение технологии получения из угля кавитационного водоугольного топлива (КаВУТ) с последующим сжиганием в топках с кипящим слоем, применяя на первой стадии низкотемпературного сжигания десульфуризирующие

добавки, например, магнезит Савинского месторождения. [13]. Для участков со сложными условиями добычи следует применять подземную газификацию угля с последующей очисткой газа от серы (щелочными магнезиальными или аммиачными растворами). Аналогичным способом предлагается использовать ресурсы углей Новометелкинского месторождения. Оценка эффективности подземной газификации угля, выполненная для месторождений Кузбасса, показывает, что себестоимость топлива в 2,7-4,1 раза ниже себестоимости угля, добытого подземным способом. При территориальной близости, затраты на строительство дополнительного газопровода из Тюмени в Кузбасс примерно в пять раз выше, чем создание производств по подземной газификации угля на то же количество топлива [14].

Наиболее крупные запасы угля в Бурятии сосредоточены в Гусиноозерском угленосном районе (на 01.01.1967 г. запасы углей учтены в общем количестве 3,58 млрд т). В настоящее время добыча угля здесь прекращена и ведутся рекультивационные работы. Современная себестоимость их добычи в три раза выше, чем на Тугнуйском разрезе, угли которого имеют лучшее качество и используются в теплоэнергетике Бурятии. Подземная газификация угля позволит обеспечить теплоэнергетику Улан-Удэнского промышленного района с минимальным загрязнением атмосферного воздуха. В перспективе подземную газификацию угля следует осуществлять и на забалансовых запасах Тугнуйского месторождения (на 01.01.1967 г. балансовые запасы Тугнуйского месторождения составляли 1224 млн т, в что числе пригодные для открытой добычи — 533 млн т, забалансовые — 238,7 млн т).

Развитию экологизированной угольной энергетики и углекислотных производств в Байкальском регионе может способствовать создание и развитие производства и инфраструктуры доставки водоугольных смесей ВУС). Повысить потребительные свойства водоугольного топлива возможно, используя кавитационное воздействие. ВУС являются эффективным сырьем для газификации (воздушной или кислородной) [17, 18]. Наиболее перспективными для производства ВУС на сегодняшний день следует считать разрабатываемые месторождения Иркутского бассейна, отходы углеобогащения Тугнуйского и Харанорского разрезов.

Наличие в Байкальском регионе нефтеперерабатывающего производства (АНХК) позволяет, используя тяжелый нефтяной остаток, проводить ожижение бурых углей на мини заводах в условиях двухфазной водно-угольной среды с добавлением тяжелого нефтяного остатка (ТНО) в кавитационном поле, создаваемом импульсными высоковольтными разрядами переработать смесь угля, воды и ТНО в аналог нефти, а из нее выделить аналоги бензина, дизтоплива и мазута. Состав смеси: уголь — 50%; ТНО — 23%, вода — 27%. Получаемое топливо примерно в 2 раза дешевле, чем производимое из нефти [15]. На российских НПЗ глубина переработки нефти в среднем составляет 71,5%. Образующаяся фракция представлена ТНО, представляющая собой гудрон. Повышение глубины переработки нефти связано со значительными капитальными затратами, в том числе с извлечением серы и

тяжелых металлов (никель, ванадий). Универсальным процессом переработки нефтяных остатков с высоким содержанием металлов является замедленное коксование [16]. Альтернативным направлением решением проблемы автономной переработки ТНО является создание сети описанных минизаводов, что позволит одновременно существенно облегчить решение проблемы обеспечения топливом удаленных промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Глубина переработки нефти на АНХК составляет 81,3%. Объем ТНО на АНХК составляет порядка 1 млн т в год, что достаточно для получения 4,3 млн т синтетической нефти на минизаводах Байкальского региона, размещаемых вблизи угольных месторождений.

2.2. Производство искусственного белка

Стратегически важное значение для сельского хозяйства страны имеет наращивание производство белка (гаприна) из метана. Имеется ряд решений, позволяющих снизить экологическую нагрузку со стороны предприятий по производству белково-витаминных концентратов (БВК) из метана [17]. Опытное производство организовано биотехнологического кормового белка из метана создано на ООО «Биопрактика» (г. Москва). Структуры ПАО «Газпром» намерены реализовать в г. Кирове проект по производству БВК нового поколения. В свое время на АНХК действовал завод, производивший 120 тыс т БВК в год, используя парафин нефти. На производство 1 т белка из метана требуется порядка 3 тыс. м³ природного газа и 2,5-4 тыс. м³ кислорода. Для производства кислорода из воздуха в Иркутской области имеются мощности дешевой электроэнергии ГЭС. Используя попутный газ, может быть организовано производство порядка 3 млн т кормового белка, что позволит полностью покрыть дефицит в стране этого ресурса. В настоящее время основным белковым компонентом для производства комбикормов является соя, треть которой импортируется из Бразилии.

2.3. Производство минеральных удобрений

2.3.1. Производство калийных и кремниевых удобрений, щелочей, хлора, глинозема, рубидия

Среди комплексных видов сырья Бурятии и Забайкалья выделяются сыныриты, содержащие 18-19% K₂O и 22% Al₂O₃. Руды могут добываться простым карьерным способом. Голевское (Сакунское) месторождение, расположено в 25 км к югу от станции Хани Байкало-Амурской магистрали (БАМ). Разведанные запасы составляют 258 млн т, при среднем содержании 18,2% K₂O и 21,3% Al₂O₃; прогнозные ресурсы — 2,6 млрд т. В сравнении с кианитовым (силлиманитовым) сырьем, сыныриты имеют невысокое содержание глинозема, меньшее чем в обычных нефелиновых рудах (26% и выше). Низкое содержание окиси калия также не позволяет его эффективно непосредственно использовать в качестве калийного удобрения. Поэтому одним из мотивов комплексной переработки сыныритов, на наш взгляд, является попутное извлечение

рубидия, содержание которого достигает 700-2000 г/т. Современное годовое производство рубидия и его соединений в зарубежных странах составляет 50 т. Следовательно, в части извлечения рубидия, наряду с глиноземом, оксидом калия, белой сажей оправданный объем переработки сыныритов составляет порядка 500 тыс т. Основными направлениями использования рубидия и его соединений является катализ, электронная промышленность, специальная оптика, атомная промышленность, медицина. Комплексная переработка сыныритов с применением аммонийно-фторидной технологии позволяет получить также глинозем, бесхлорные калийные удобрения, аморфные кремнезем (новый вид удобрений) и кремний. Имеющиеся публикации по технологии переработки сыныритов игнорируют вопрос об извлечении рубидия. Перспективным направлением комплексной переработки сыныритов, в том числе с позиции извлечения рубидия следует признать использование фторидных технологий [18]. Учитывая интенсивное развитие инфраструктуры, связанной со строительством Удоканского горно-металлургического комбината, освоением Чинейского титано-магнетитового месторождения, перспективы освоения Голевского (Сакунского) месторождения следует считать наиболее реалистичными. В Бурятии, в зоне БАМ, в 95 км по прямой от трассы, расположен Сыннырский массив ультракалийевых сиенитов, прогнозные запасы которых оцениваются в 1850 млн т; запасы окиси калия равны 331 млн т, глинозема — 414 млн т.

Как и в случае с ванадий- и титан-содержащими «отходами», образуемыми при переработке титано-магнетитовых руд, извлеченный при переработке сыныритов рубидий-содержащий концентрат, следует накапливать до периода наступления нового технологического этапа, подобно потребности в накопленных запасах тория.

Как уже отмечалось, кислотные и фторидные методы переработки алюмосиликатов позволяют получать аморфный кремнезем в качестве крупнотоннажного продукта. Фактически появляется новая отрасль по крупнотоннажному производству продукта с широкой гаммой потребления, ранее производившегося десятками тонн. Потенциальным крупнотоннажным потребителем этого продукта может выступить земледелие (нормы внесения до 700 кг/га), где кремнезем выступает в качестве нового вида удобрений и мелиорантов. Аморфный кремнезем активизирует фосфор, содержащийся в почве, что позволяет сократить внесение фосфорных удобрений примерно вдвое. Он является эффективной добавкой в бетон, заполняя микрополости, а также в цемент (до 40% по массе). Сверхчистый наноструктурированный аморфный кремнезем — наилучшее сырье для производства «солнечного» кремния.

Среди стратегически значимых выделяются ресурсы крупнейшего в мире Непского месторождения калийных солей. Содержание KCl — 22,4-48,7%. Запасы калийных солей месторождения составляют 1,7 млрд т солей по категориям А+В+С1, по категории С2 — 567 млн т. Среднее содержание полезного компонента в руде — 22%. Прогнозные ресурсы сильвинитов

14 млрд т. Перспективы освоения месторождения связаны со строительством железной дороги «Лена – Непя – Витим – Ленск», намеченной Стратегией развития железнодорожного транспорта России до 2030 г. Изучается вопрос о возможности добычи соли способом подземного растворения. Из добытых руд планируется производить 1,7 млн т в год 100%-ного K_2O (2,8 млн т 96%-ного KCl). Использование технологий электролиза солей позволяет получить на месте дорогостоящие, дефицитные на внутреннем и внешних рынках продукты, включая поташ, соду, хлор. Для многих химико-металлургических процессов имеет значение получение калийной щелочи. Применение электролиза хлористого калия позволяет получать дефицитную калийную щелочь с меньшими, чем в спекательных процессах капитальными затратами. Эффективный вид удобрений, для получения которого целесообразно применение калийной щелочи, – гумат калия, получаемый из бурых углей. В зоне БАМ Иркутской области в 40 км от п. Магистральный имеется месторождение молодых бурых углей Хандинского месторождения, содержащих 40-70% гуминовых кислот, с запасами по категориям С1+С2 около 2 млрд т [19].

Переработка сульфидного концентрата с получением медного купороса, железистого кека, содержащего ценные примеси и бесхлорного калийного удобрения – смеси сульфата калия и хлористого калия, возможна с использованием хлорирующего обжига [20]. В качестве источника хлористого калия в перспективе могут выступить сильвинитовые руды Непского месторождения. Отметим также значение появления производства серной кислоты в Байкальском регионе, в том числе для получения фосфорных и бесхлорных калийных удобрений.

2.3.2. Производство фосфорных удобрений

В Байкальском регионе наиболее перспективным к освоению в ближайшее время фосфорным месторождением следует признать Харанурское месторождение фосфоритов, входящее в состав Окино-Хубсугульского фосфоритоносного бассейна. Месторождение находится на экономически освоенной территории, в Окинском районе Республики Бурятия, в 17 км от золоторудного рудника Холбинский, вблизи поселка Самарга. Запасы руды по категориям С1 и С2 при среднем содержании P_2O_5 – 17,9% составляют 3,95 млн т. Прогнозные ресурсы по руде – 84 млн т, P_2O_5 – 15,3 млн т. Освоение месторождений комплексных руд, содержащих апатит, связано с перспективами роста производства и потребления редкоземельных элементов. Одним из перспективных ресурсов фосфорного сырья в Иркутской области является упомянутая Белозиминская группа апатит-редкоземельных месторождений (Белозиминское, Среднезиминское и редкоземельное – Больше-тагнинское). Группа расположена в труднодоступной горной местности в Восточных Саянах, примыкающей к г. Тулун. Запасы Белозиминского месторождения составляют: 26 млн т P_2O_5 по категории А+В+С1 и 101 млн т P_2O_5 по категории С2. Азотно-кислотное разложение апатитовой фракции позволяет получить готовый концентрат при выходе 41,9% с содержанием

35,4% P_2O_5 в форме фосфорно-азотно-кальциевого удобрения. Комплексное использование руд Белозиминского месторождения позволяет получить фосфорные удобрения с наименьшей стоимостью в стране [2].

В качестве источника фосфорного сырья могут рассматриваться и ресурсы Жидойского массива в Иркутской области с прогнозными запасами комплексной руды 1218 млн т. Проявление расположено в 70 км от Ангарска в сторону Саян, около с. Тальяны. Прогнозные ресурсы по категории Р2 для фосфора (содержание P_2O_5 – 2,9 %) – 19 млн т, железа (содержание 10-14%) – 69 млн т, редких земель – 55 тыс т. Массив находится вблизи центров химической промышленности (Ангарск, Усолье-Сибирское), обладающих свободными промышленными площадками.

3. Развитие машиностроения

Наибольшим потенциалом развития межрегиональных связей обладает машиностроительный комплекс. Формирование новой металлургической базы создает благоприятные условия для развития машиностроения в Байкальском регионе. Традиционное направление тяжелого машиностроения Байкальского региона – оборудование для горной промышленности, котельное оборудование. В тоже время в регионе сложился авиационный кластер в составе Иркутского и Улан-Удэнского авиационных заводов. В числе новых отраслей машиностроения, развитие которых необходимо для региона с его отраслями специализации, практически отсутствующих в России, укажем машиностроение для лесозаготовительной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Развитие отраслей по химической переработке угля, включая производство водоугольного топлива и подземную газификацию, также является перспективным направлением. Следует реанимировать судостроение для судоходства на реках Лена (Киренская, Алексеевская РЭБ флота, Иркутская область) и Амур (Сретенский судостроительный завод, Забайкальский край) в том числе судов типа «река – море», лихтеровозов, туристических теплоходов и др. Повышение конкурентоспособности местного судостроения существенно возрастет с развитием собственной металлургической базы в регионе. Наличие ванадий-содержащих титаномагнетитовых руд позволяет создать производство высокопрочной строительной арматуры и рельсов. Неплохие перспективы по созданию сборочных производств из машинокомплектов из зарубежных стран и российских регионов с условием роста уровня локализации производства комплектующих.

4. Развитие ведущего в стране лесопромышленного комплекса

Иркутская область занимает первое место в России по размерам лесопокрытой площади и объемам заготовки древесины. В 2019 г. было заготовлено 31,6 млн m^3 (14% от общероссийского объема). Лесопромышленные комплексы производят 25% российской целлюлозы, со специализацией на кордной и вискозной.

Самым слабым местом в лесопромышленном комплексе страны являются лесовозные дороги, неразвитая сеть которых не позволяет заготавливать образующиеся ресурсы спелых лесов. Кроме того, затрудняется борьба с лесными пожарами. В Иркутской области заготавливается лишь 30% от расчетной лесосеки. Схожая ситуация в Бурятии и Забайкалье. Радикальным выходом является строительство на принципах частно-государственного партнерства сети лесовозных дорог, желательным с долговременным покрытием из железобетонных плит. Такое решение образует также дополнительный рынок сбыта железа для перспективных металлургических предприятий региона.

Перспективным к применению является бисульфитный способ варки целлюлозы на магниевом основании [21]. В числе преимуществ в сравнении с сульфатным способом, применяемым на Братском и Усть-Илимском ЛПК, наряду с лучшими экологическими параметрами, отметим также больший выход целлюлозы, большую степень белизны, а также возможность производства из такой целлюлозы бумаги для печатной продукции. Переработка сульфитных щелоков сопровождается большим выходом кормовых дрожжей, необходимых для увеличения продуктивности животноводства в Байкальском регионе. Комплексная химическая переработка древесины позволяет извлекать терпеновые (смолистые) продукты, необходимые для развития в регионе лакокрасочной промышленности. Наряду с крупными ЛПК мощностью по целлюлозе порядка 1 млн т, целесообразно создавать миникомбинаты мощностью порядка 30 тыс т. Такие комплексы имеют меньшие транспортные расходы по доставке сырья, создают меньший уровень загрязнений и требуют меньший объем средозащитных затрат. Перспективными районами для создания новых ЛПК большой мощности в Иркутской области следует считать: западные районы (расчетная лесосека Тулунского, Чунского и Бирюсинского лесхозов составляет 8,4 млн м³ (16% от областной); Киренский район (расчетная лесосека – 5,3 млн м³).

Важным источником финансирования процессов лесоразведения может стать внесение со стороны предприятий-загрязнителей вкладов в региональный Фонд поддержки лесоохраны и лесоразведения. Размер вкладов в Фонд определяется площадью лесов, необходимых для поглощения загрязнителей. Взамен предприятия получают сертификаты об углеродной нейтральности производства продукции.

5. Создание «Байкальского энергетического кольца»

В настоящее время ЛЭП Иркутской энергосистемы соединяют электростанции Братско-Усть-Илимского, Тайшетского, Тулунско-Зиминского и Иркутско-Черемховского промышленных центров. Далее, на юг электроэнергия подается в энергосистемы Бурятии и западные районы Забайкальского края с выходом на энергосистемы Монголии. От Братско-Усть-Илимского энергетического узла электроэнергия поступает на восток области с выходом к Усть-Куту и «Сухому Логу» (крупнейшее в стране месторождение золота, расположенное в Мамско-Чуйском районе).

Строительство железнодорожной ветки «Мозгон-Новый Уоян» позволяет объединить на новом участке западное крыло Иркутской энергосистемы с энергосистемами Бурятии и Забайкальского края, сформировав Байкальское энергетическое кольцо. Собственная генерация в месте соединения энергосистем будет обеспечена Витимским каскадом ГЭС, потенциальной мощностью 3,46 ГВт. В настоящее время проект строительства Витимского каскада ГЭС включает в себя Мокскую (1,2 ГВт), Ивановскую (0,21 ГВт), Янгудинскую (0,36 ГВт), Каралонскую (0,45 ГВт), Сигнайскую (0,59 ГВт) и Бодайбинскую (0,65 ГВт). Мокская ГЭС рассматривается РЖД в качестве основного объекта энергоснабжения БАМ и дополнительного узла соединения сибирской и дальневосточной энергетических систем. Подобного рода транспортно-энергетический коридор сформирован по линии соединения БАМ и Транссиба на участке «Тында – Хани». Строящийся Удоканский горно-металлургический комбинат запроектирован на использование электроэнергии от Бурейской ГЭС (Амурская область) от новой межсистемной ЛЭП 220 кВ «Тында – Лопча – Хани – Чара» протяженностью 560 км, трасса которой проходит по территории Амурской области, Республики Саха – Якутия и Забайкальского края. Вставкой постоянного тока «Могоча» осуществляется соединение объединенных электроэнергетических систем «Сибирь» и «Восток». Заметим, что первая ГЭС в Восточной Сибири в рассматриваемом районе была построена еще в 1902 г. в Бодайбо, в том числе для оттаивания золотосодержащих грунтов.

Повышение эффективности использования угля в качестве топлива связано с применением водоугольного топлива, подземной газификацией угля и переработкой бурых углей с получением полукокса и синтез-газа. Локальные системы по транспортировке водоугольного топлива могут быть созданы в Иркутско-Черемховском промышленном узле. Среди основных ресурсосберегающих эффектов, получаемых при использовании водоугольного топлива отметим отсутствие недожога (на крупных ГЭС он составляет 10-15%) и потерь при транспортировке (порядка 10%). Тепловые электростанции Улан-Удэ могут быть переведены на использование газа подземной газификации углей Гусиноозерской группы месторождений а также на водоугольное топливо из отходов и углей Тугнуйского месторождения.

6. Создание экспортно ориентированного магистрального продуктопровода по транспортировке кавитационного водоугольного топлива (КавУТ)

Снизить нагрузку на железнодорожный транспорт и повысить надежность топливообеспечения в Байкальском и Дальневосточном регионах, повысить экспортные возможности угольной промышленности Байкальского региона возможно путем строительства магистрального продуктопровода, по которому КавУТ будет направлено от угольных месторождений Тулунского района (Иркутская область), Тугнуйского месторождения (граница Бурятии и Забайкальского края), Харанорского месторождения (Забайкальский край)

к п. Приаргунск (условно). Важно, что в большей части используются бурые угли и отходы их обогащения. От п. Приаргунск (условно) танкерами водоугольное топливо доставляется по рекам Аргунь и Амур до Хабаровска. Разумеется, в дальнейшем следует подключить к этой магистрали продуктопроводы, производящие КаВУТ из углей Канско-Ачинского бурогоугольного бассейна (Красноярский край). До строительства Амуро-Суйфунский водного пути (канала) с выходом по р. Суйфун в залив Петра Великого [22], предлагается осуществлять транспортировку КаВУТ до порта Находка по магистральному продуктопроводу. Отметим, что ВУТ довольно широко используется в энергетике Китая, Японии, на Корейском полуострове.

7. Создание космодрома на юге Забайкальского края

Число пусков тяжелых баллистических ракет, приходящееся на один космодром в 2020 г. в Китае составило 9,7 (39 пусков с 4 космодромами). В 2020 г. с космодрома «Плесецк» было произведено 7 пусков, с космодрома «Байконур» — 7 пусков, с космодрома «Восточный» — 1. Следовательно, даже при сохранении после 2050 г. аренды Байконура, при достигнутой в настоящее время Китаем интенсивности пусков (очевидно, не предельной), России необходим еще как минимум один космодром, приближенный к южной границе. Таким районом может быть юг Забайкальского края. Например, г. Борзя лежит южнее 50° северной широты, а г. Циолковский на 2° севернее. Пуски с космодрома «Восточный» осуществляются в сторону Республики Саха — Якутии. Космодром в г. Борзе будет обладать теми же возможностями. Отметим также, что два северных китайских космодрома Цзюцюань и Тайюань прилегают к южной границе Монголии. Разумеется, не исключается строительство космодрома морского базирования, известного как «Морской старт».

8. Реконструкция естественных лугов и пастбищ в культурные луга для производства мяса и шерсти

Площадь доступных пастбищ и сенокосов в степных районах Байкальского региона составляет 6,51 млн га, в том числе: в Забайкальском крае — 5,32; в Бурятии — 0,90; в Усть-Ордынском округе Иркутской области — 0,29 млн га. Доля сенокосов составляет порядка 15%. Трудозатраты при пастбищном содержании крупного рогатого скота сокращаются на 14,5-21,2%. Радикальное повышение продуктивности пастбищ достигается путем их трансформации в культурные луга, которая включает в себя подкормку удобрениями, посев продуктивных трав, обустройство пастбищ водными источниками, проведение различного рода мелиоративных работ, включая создание защитных лесополос. Так, продуктивность травостоя на степных пастбищах Бурятии возрастает в 3,2 раза при внесении минеральных удобрений в пропорции N60P30K30 и посева житняка и люцерны [23]. При создании плотности поголовья пастбищных животных порядка 1,5 усл. гол./га, при сохранении пропорции коров (коней) и овец, сложившейся в 1990 г. в Забайкальском

крае, в степной зоне Байкальского региона возможно разведение около 7,0 млн голов коров и коней и порядка 2,7 млн голов овец. Для сравнения: в Читинской области (ныне — Забайкальский край) в 1990 г. насчитывалось 831 тыс. голов крупного рогатого скота, 80,7 тыс. голов лошадей, 3450 тыс. голов овец (1 овца = 0,1 условной головы); всего 1,22 млн условных голов в расчете на нынешних 5,32 млн га пастбищ и сенокосов. При возможном увеличении продуктивности угодий в 3 раза (после подсева трав и внесения удобрений), возможно увеличить поголовье скота минимум в 2,5 раза. Приняв ежегодное производство мяса в живом весе с 1 усл. гол. в размере 31 кг (показатель для говядины по РФ в 2020 г.), получаем возможный объем производства пастбищного мяса в убойном весе в Байкальском регионе в объеме 300 тыс т (для сравнения: в России в 2020 г. произведено говядины 571,1 тыс т; впрочем, в РСФСР в конце 1980-х гг. производилось 4,3 млн т говядины в год). Технические инновации в пастбищном животноводстве, наряду с применением электрических изгородей, состоят в использовании дронов для оценки состояния пастбищ и расположения стада. Инновацией в производстве грубых кормов следует также считать производство травяных гранул как альтернативы селу. В гранулах лучше сохраняются питательные вещества и витамины. Стратегически важным направлением охраны почв и повышения эффективности использования пастбищ является создание лесозащитных полос.

Разумеется, вблизи крупных городов следует развивать откормочные комплексы по производству говядины, свинины, птицефабрики с использованием гранулированной травы, искусственных белков, других местных компонент. Крупные свиноккомплексы и птицефабрики отсутствуют в Забайкалье, слабо развиты в Бурятии. Слабым местом в АПК региона является также крупнотоннажное тепличное хозяйство, размещение которого тяготеет к источникам централизованного теплоснабжения (ТЭС).

9. Развитие производства шерсти, текстильной промышленности, производства растительных волокон

До разрушительных процессов конца 1990-х гг., Забайкалье занимало 2-3-е место в СССР по производству шерсти после Ростовской области и Ставропольского края. По поголовью овец и производству продукции Забайкалье занимало 2-3-е место после Ставропольского края и Ростовской области. Отрасль производила до 5,8% овцеводческой продукции СССР, обеспечивая до 40% доходов сельскохозяйственного производства региона [24]. Производство шерстяных тканей в стране с 1990 по 2005 гг. сократилось с 456 до 31 млн м² (уменьшилось в 14) раз. Доля импортных товаров на рынке готовой одежды достигла 80% [25]. Поголовье тонкорунных овец регионе достигало 4 млн голов, которое к началу XXI века сократилось в 5 раз. Прекратил существование Читинский камвольно-суконный комбинат, деградировало предприятие «Восточно-Сибирская мануфактура» (г. Улан-Удэ). Возрождение российской текстиль-

ной промышленности представляет собой сложную системную задачу. Развитие овцеводства требует комплекса мер государственной поддержки, включая прямое субсидирование (например, в отношении поголовья овец).

Выращивание конопли для текстильной промышленности. Обширные пустующие степные площади Байкальского региона пригодны для выращивания такой неприхотливой к качеству почв и количеству осадков как конопля. В регионе имеется множество плантаций дикой конопли. В современной текстильной промышленности конопля высоко ценится как прочный, гипоаллергенный материал. Имеется широкая гамма изделий из конопли, в зависимости от времени сбора растений (от канатов и шпагатов до текстильных материалов для высококачественной одежды). Урожайность по целлюлозе конопли сравнима с лесными посадками. Высоко ценится в пищевой промышленности и медицине конопляное масло. Как и в случае с производством шерсти, промышленное производство тканей из конопли в современных российских условиях возможно в рамках «назначенных» вертикально-интегрированных холдинговых корпораций (промышленно-аграрных компаний). По данному направлению также просматриваются десятки тысяч рабочих мест и многомиллиардные доходы в бюджеты.

При наличии в Байкальском регионе производства целлюлозы следует стремиться к созданию здесь предприятий по производству химического волокна (вискозы, ацетатных волокон), а также синтетических волокон с целью производства широкой гаммы текстильной продукции.

Заключение

Формирование и развитие индустриальной системы Байкальского региона следует рассматривать как задачу общенационального значения, используя арсе-

нал методов стратегического планирования в увязке с финансово-кредитными методами решения подобных проблем. В технологическом аспекте задачей является выявление перспективных межрегиональных связей производственно-технологического характера. Разнообразию и объему природных и пространственных ресурсов позволяют решить эту задачу, прежде всего на основе применения новых технологий, которые не рассматривались на более ранних этапах территориальных исследований. Работы по данному направлению необходимы для научного обоснования формирования Байкальского федерального округа и стратегии его развития как хозяйственной системы. Такая стратегия и административная консолидация субъектов РФ позволит проводить активную инвестиционную и инновационную политику, не ограничиваясь предложениями (планами) отраслевых корпораций.

В рамках сложившейся хозяйственной системы возможны следующие решения, направленные на развитие Байкальского региона как индустриальной системы:

1. Сформировать Байкальский федеральный округ с тем же льготным режимом для предпринимательства, что и в Дальневосточном.
2. Образовать систему территорий опережающего развития (ТОР) в рамках территориально-производственных комплексов (как имеющихся, так и научно-спроектированных с учетом тенденций в прогрессе технологий, системах расселения и др.).
3. Крупные инвесторы получают существенные льготы только в случае реализации проектов, составляющих ядро территориально-производственных комплексов. При этом, как и для других юридических лиц, налог на прибыль компаний направляется в бюджет по месту регистрации резидента ТОР.

Список использованных источников

1. Н. М. Сысоева, А. Н. Кузнецова. Байкальская природная территория в новой сетке макрорегионов Сибири//ЭКО. 2019. № 5. С. 90-91.
2. В. А. Аликберов, Л. П. Тигунов. Состояние и перспективы использования в металлургии легированных чугунов и сталей//Бюллетень «Черная металлургия». 2018. № 5. С. 3-12.
3. В. Е. Рощин, С. П. Салихов, А. Д. Поволоцкий. Твердофазное предвосстановление железа — основа безотходных технологий переработки комплексных руд и техногенных отходов//Bulletin of the South Ural state university. Ser. Metallurgy. 2016. Vol. 16. № 4. P. 78-86. doi: 10.14529/met160408.
4. Г. В. Голевский, А. Е. Аникин, В. В. Руднева, С. Г. Голевский. Применение буроугольных полукоксов в металлургии: технологическая и экономическая оценка//Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2016. № 2 (243). С. 114-123. doi: 10/5862/JEST.243.12.
5. В. Д. Буткин, И. И. Демченко. Проблемы переработки и комплексного использования Канско-Ачинских углей//Горная промышленность. 2011. № 1. С. 25-35.
6. Г.Ф. Горелов, А.Г. Гузман, И.А. Калугин и др. Чаро-Токкинская кремнисто-железородная формация. Новосибирск: Наука, 1984. С. 153.
7. Е. В. Сорокина, В. А. Карелин. Применение фторидных расплавов для получения титана методом электролиза//Успехи современного естествознания. 2014. № 8. С. 134-138. <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34085>.
8. Ю. А. Семенов, А. С. Таранов. Способ получения металлического титана и устройство для его осуществления. Патент RU 2528941.
9. Г. Г. Лепезин, В. А. Фалеев, Е. Г. Авакумов и др. Плазмохимический способ получения силумина и алюминия из минералов группы силлиманита//Доклады Академии наук. 2014. № 6. Т. 456. С. 676-679. doi: 10.7868/S0869565214180121.
10. Г. Г. Лепезин. Перспективы импортозамещения в алюминиевой отрасли России//Инновации. 2016. № 1. С. 43-52.
11. В. С. Римкевич, А. П. Сорокин, И. В. Гиренко. Фторидная технология переработки кианитовых концентратов с комплексным извлечением полезных компонентов//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 7. С. 137-147.
12. С. С. Ильенок, С. И. Арбузов. Металлоносные угли Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна//Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 8. С. 132-144.
13. Е. Г. Карпов, Ф. А. Серант, И. В. Листратов. Способ сжигания кавитационного водоугольного топлива в топке кипящего слоя инертного материала, снижающий образование вредных выбросов оксидов азота и серы. Патент RU 2546351.
14. С. Н. Лазаренко, П. В. Кравцов. Новый этап развития подземной газификации угля в России и в мире//Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 5. С. 306.
15. Специалисты Урала и Кузбасса создали минизаводы, производящие дешевую синтетическую нефть из углей. <https://sdelanounas.ru/blogs/104218>.
16. А. Ф. Ахметов, Ю. В. Красильникова, Е. В. Герасимова. Особенности переработки тяжелых нефтяных остатков//Нефтегазовое дело. 2011. № 1. С. 101.
17. А. Ю. Винаров. Перспективная база отечественных белковых кормов, получаемых при биосинтезе на природном газе//Эффективное животноводство. 2018. № 4. С. 80-81.
18. В. А. Карелин, А. И. Карелин. Фторидная технология переработки концентратов редких металлов: монография/Отв. ред. В. А. Матюха. Томск: Изд-во НТЛ, 2004. 221 с.

19. Н. Г. Вязова, А. Г. Пройдаков, Л. П. Шаулина, А. Ф. Шмидт. Использование молодых бурых углей Хандинского месторождения Иркутской области//Химия твердого топлива. 2019. № 3. С. 3-8.
20. А. С. Медведев, Со Ту, А. Хамхаш и др. Вариант переработки сульфидного медного концентрата комбинированным способом//Цветные металлы. 2010. № 1. С. 33-36.
21. М. Г. Мутовина, Т. А. Бондарева, В. А. Кирсанов и др. Внедрение новой технологии варки на сульфитцеллюлозных заводах России расширяет сырьевую базу, повышает эффективность и улучшает экологию отрасли//Известия вузов. Лесной журнал. 2003. № 2-3. С. 45-52.
22. М. А. Винокуров, А. П. Суходолов. Водный транспорт в Сибири и Иркутской губернии//Экономика Иркутской области: в 4-х т. Т. 3. Иркутск: Изд-во БГУЭП (ИГЭА), 2002.
23. В. А. Тайшин, А. И. Доржиев, З. Б. Дамбаева. Пастбищное кормопроизводство Бурятии//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 4. С. 214-216. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5121>.
24. А. С. Вершинин, Л. А. Ишина. Овцеводство — приоритетная отрасль сельскохозяйственного производства Забайкальского края//Инновационные технологии производства конкурентоспособной, экологически безопасной продукции животноводства: Материалы межрегиональной научно-практической конференции. Чита: Издательство ЗабАИ, 2020. С. 9.
25. Н. К. Тимошенко О состоянии производства и потребления шерсти в стране//Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. Т. 2. 2006. С. 185-189.

References

1. N. M. Sysoeva, A. N. Kuznetsova. Baikal natural territory in the new grid of Siberian macroregions//ECO. 2019. № 5. P. 90-91.
2. V. A. Alikberov, L. P. Tiginov. Status and prospects for the use of alloyed cast irons and steels in metallurgy//Bulletin «Black Metallurgy». 2018. № 5. P. 3-12.
3. V. E. Roshchin, S. P. Salikhov, A. D. Povolotsky. Solid-phase pre-reduction of iron — the basis of waste-free technologies for processing complex ores and industrial waste//Bulletin of the South Ural State University. Ser. «Metallurgy». 2016. Vol. 16. № 4. P. 78-86. doi: 10.14529/met160408.
4. G. V. Golevsky, A. E. Anikin, V. V. Rudneva, S. G. Golevsky. Application of brown coal semi-cokes in metallurgy: technological and economic assessment//Scientific and technical statements of the St. Petersburg State Polytechnic University. 2016. № 2 (243). P. 114-123. doi: 10/5862/JEST.243.12.
5. V. D. Butkin, I. I. Demchenko. Problems of processing and complex use of Kansk-Achinsk coals//Mining industry. 2011. № 1. P. 25-35.
6. G. F. Gorelov, A. G. Guzman, I. A. Kalugin et al. Charo-Tokkinskaya siliceous-iron formation. Novosibirsk: Nauka, 1984. P. 153.
7. E. V. Sorokina, V. A. Karelin. Application of fluoride melts for the production of titanium by electrolysis//Successes of modern natural sciences. 2014. № 8. P. 134-138. <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34085>.
8. Yu. A. Semenov, A. S. Taranov. A method for producing metallic titanium and a device for its implementation. Patent RU 2528941.
9. G. G. Lepezin, V. A. Faleev, E. G. Avvakumov et al. Plasma-chemical method for obtaining silumin and aluminum from minerals of the sillimanite group//Reports of the Academy of Sciences. 2014. № 6. Vol. 456. P. 676-679. doi: 10.7868/S0869565214180121.
10. G. G. Lepezin. Prospects for import substitution in the aluminum industry in Russia//Innovations. 2016. № 1. P. 43-52.
11. V. S. Rimkevich, A. P. Sorokin, I. V. Girenko. Fluoride technology for processing kyanite concentrates with complex extraction of useful components//Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2014. № 7. P. 137-147.
12. S. S. Ilyenok, S. I. Arbutov Metal-bearing coals of the Azeiskoye deposit of the Irkutsk coal basin//Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of georesources. 2018. Vol. 329. № 8. P. 132-144.
13. E. G. Karpov, F. A. Serant, I. V. Listratov. Method for burning cavitation water-coal fuel in a fluidized-bed furnace of inert material, which reduces formation of harmful emissions of nitrogen and sulfur oxides. Patent RU 2546351.
14. S. N. Lazarenko, P. V. Kravtsov. A new stage in the development of underground coal gasification in Russia and in the world//Mining Information and Analytical Bulletin. 2007. № 5. P. 306.
15. Specialists from the Urals and Kuzbass have created mini-factories that produce cheap synthetic oil from coal. <https://sdelanounas.ru/blogs/104218>.
16. A. F. Akhmetov, Yu. V. Krasnikova, E. B. Gerasimova. Features of the processing of heavy oil//Oil and gas business. 2011. № 1. P. 101.
17. A. Yu. Vinarov. A promising base of domestic protein feeds obtained by biosynthesis on natural gas//Effective animal husbandry 2018. № 4. P. 80-81.
18. V. A. Karelin, A. I. Karelin. Fluoride technology for the processing of concentrates of rare metals: monograph/Ed. by V. A. Matyukha. Tomsk: NTL Publishing House, 2004. 221 p.
19. N. G. Vyazova, A. G. Proidakov, L. P. Shaulina, A. F. Schmidt. Use of young brown coals of the Khandinsky deposit of the Irkutsk region//Solid Fuel Chemistry. 2019. № 3. P. 3-8.
20. A. S. Medvedev, So Tu, A. Hamhash et al. A variant of processing sulfide copper concentrate by a combined method//Non-ferrous metals. 2010. № 1. P. 33-36.
21. M. G. Mutovina, T. A. Bondareva, V. A. Kirsanov et al. The introduction of a new pulping technology at sulfite pulp mills in Russia expands the raw material base, increases efficiency and improves the ecology of the industry//Izvestiya Vuzov. «Forest Journal». 2003. № 2-3. P. 45-52.
22. M. A. Vinokurov, A. P. Sukhodolov. Water transport in Siberia and the Irkutsk province//Economics of the Irkutsk region. In 4 volumes. Vol. 3. Irkutsk: BSUEP Publishing House (IGEA), 2002.
23. V. A. Taishin, A. I. Dorzhiev, Z. B. Dambaeva. Pasture forage production in Buryatia//International Journal of Applied and Fundamental Research. 2014. № 4. P. 214-216. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5121>.
24. A. S. Vershinin, L. A. Ishin. Sheep breeding is a priority branch of agricultural production in the Trans-Baikal Territory//Innovative technologies for the production of competitive, environmentally safe livestock products. Proceedings of the interregional scientific and practical conference. Chita: ZabAI Publishing House, 2020. P. 9.
25. N. K. Timoshenko. On the state of production and consumption of wool in the country//Collection of scientific papers of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production. 2006. Vol. 2. P. 185-189.