

СИРОТИН ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**ПЕРЕПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ
ИНДУСТРИИ 4.0**

Специальность: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством
(экономика, организация и управление предприятиями, отраслями,
комплексами: промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург.

Научный руководитель: доктор экономических наук, профессор,
Романова Ольга Александровна

Официальные оппоненты: **Баев Игорь Александрович**, доктор экономических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск, заведующий кафедрой финансов, денежного обращения и кредита;

Орехова Светлана Владимировна, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург, доцент кафедры экономики предприятий

Ведущая организация: ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина», г. Москва

Защита состоится 29 ноября 2018 г. в 10 часов 15 минут на заседании диссертационного совета Д 212.285.01 на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по адресу: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, ауд. И-420 (зал Ученого совета).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?d=51&rid=284763>

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Стародубец Наталья Владимировна

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

В современных условиях актуализируется необходимость учёта трендов четвёртой промышленной революции, принципов развития Индустрии 4.0. Скорость и эффективность реализации стратегии развития отечественной промышленности на основе этих принципов во многом определяется слаженной работой всех секторов экономики. При этом положение «несущей», в трактовке академика С. Глазьева, отрасли, занимает металлургия, развитие которой необходимо для формирования ядра VI технологического уклада.

Современные темпы изменений мировой рыночной конъюнктуры, неопределённость геополитических преобразований и, вместе с тем, ориентация развития отечественной экономики на соответствие принципам Индустрии 4.0, формируют новые приоритеты развития, учитывающие стремительный качественный рост промышленности в целом. Так, немецким концерном SMS group разработан ряд стратегий продвижения цифровых технологий в черной металлургии. Ожидается, что первые изменения произойдут в области производства, технического обслуживания и обеспечения качества. При этом металлургия должна удовлетворять не только потребности новых высокотехнологичных секторов экономики, но и традиционных отраслей промышленности.

Одной из крупнейших территорий размещения металлургической промышленности РФ является Уральский регион, в частности Свердловская область, в структуре обрабатывающих производств которой доля металлургического комплекса составляет более 60%. Дальнейшее развитие регионального металлургического комплекса предполагает его своеобразное перепозиционирование, движение в направлении, соответствующем новым трендам мирового экономического развития. Это определяет создание принципиально нового образа металлургии, сочетающего изменение роли высоких технологий в современном металлургическом производстве, их трансформацию в главный фактор экономического развития с предъявлением качественно новых требований к человеческому капиталу. Актуализируется проблема формирования новых ключевых компетенций, связанных с повышением потенциала трудовых ресурсов, созданием научно-технологической основы для обеспечения высокотехнологичных отраслей промышленности современной качественной продукцией. Процесс перепозиционирования позволяет улучшить восприятие металлургии, которая сможет в дальнейшем рассматриваться как одна из высокотехнологичных отраслей отечественной экономики.

Все вышесказанное обуславливает необходимость развития теоретико-

методологических положений по выявлению возможностей и оценке процесса перепозиционирования металлургического комплекса Урала, что обусловило выбор темы диссертационного исследования.

Степень разработанности темы исследования

Существенный вклад в исследование вопросов стратегии экономического развития России внесли такие ученые, как Л. Абалкин, А. Аганбегян, А. Амосов, С. Белозерова, С. Глазьев, Р. Гринберг, В. Дементьев, В. В. Ивантер, Д. Львов, В. Макаров, В. Мау, О. Сухарев, А. Татаркин, С. Толкачев, Ю. Яковец. Вопросы развития российской экономики в условиях вектора новой индустриализации рассмотрены С. Бодруновым, С. Губановым, В. Иноземцевым, Е. Ленчук, В. Наймушиным, А. Нешитым, В. Рязановым, В. Черковцом и др.

Проблемы модернизации и институционального развития экономики, в том числе высокотехнологичных производств, представлены в трудах В. Акбердиной, И. Баева, А. Варшавского, Г. Вечканова, Н. Калюжной, Б. Кузыка, В. Цветкова, А. Яковлева, Е. Ясина. Изучению различных аспектов устойчивого развития отраслевой экономики, в частности экономики металлургии, посвятили свои труды Ю. Анискин, А. Бродов, И. Буданов, А. Козицын, В. Лисин, Н. Лякишев, Л. Макаров, С. Орехова, Д. Пумпянский, О. Романова, В. Штанский, Ю. Юсфин и др. Проблемам региональной экономики посвящены труды У. Айзарда, Е. Анимиды, А. Вебера, В. Видяпина, Н. Власовой, В. Кристаллера, П. Кругмана, А. Маршалла. В исследование проблем развития промышленности в условиях Индустрии 4.0 и цифровой экономики внесли свой вклад К. Шваб, Ш. Ванг, Д. Ван, Л. Моностори, Э. МакАфи, Э. Бринйолфссон, в том числе в практическом внедрении цифровых технологий в черной металлургии значимы работы Е. Завалишиной, М. Райффершайда и др.

В развитие темы наукометрического анализа, основанного на данных публикационной и патентной активности, большой вклад внесли Ю. Гарфилд, И. Маршакова, М. Мэйер, О. Перссон. Также в диссертации использованы труды таких ученых, как К. Пирсон, С. Рао, О. Родионова, Г. Харман, Г. Хотеллинг и др., чьи работы посвящены статистическим методам анализа, включая факторный и корреляционно-регрессионный анализ.

Основы теории искусственных нейронных сетей и ее дальнейшее развитие содержатся в работах и В. Видроу, Т. Кохонена, У. Мак-Каллока, М. Мински, С. Пайперта, У. Питтса, Ф. Розенблатта, Д. Хебба, Д. Хопфилда и др. Развитию теоретико-методологической базы, посвященной созданию систем классификации на основе теории статистических решений и правил статистического синтеза, послужили исследования А. Колмогорова, Г. Крамера, Б. Левина, Э. Патрика. Проблемам принятия решений в условиях

неопределенности, с применением искусственных нейронных сетей, большой вклад внесли Ю. Евтушенко, Н. Моисеев, Lotfi A. Zadeh, T. Saati и др.

В данных работах раскрыты теоретические и прикладные вопросы, относящиеся к теме исследования. Тем не менее, решение ряда задач требует переосмысления сути четвертой промышленной революции и ее влияния на возможные пути развития металлургического комплекса региона. Отсутствуют также сегодня методические положения по выявлению приоритетных направлений технологического развития металлургии региона, выделению ключевых факторов и оценке процесса перепозиционирования металлургического комплекса региона, что предопределило цель, предмет и задачи настоящей работы.

Объект исследования – металлургический комплекс Свердловской области.

Предмет исследования – экономические отношения, возникающие в процессе перепозиционирования регионального металлургического комплекса.

Цель работы – развитие теоретико-методических положений и разработка методического подхода к оценке перепозиционирования регионального металлургического комплекса в условиях развития Индустрии 4.0.

Достижение поставленной цели потребовало постановки и решения следующих задач:

1. Развить теоретические основы перепозиционирования базовых отраслей промышленного региона.
2. Разработать методический подход к оценке перепозиционирования регионального металлургического комплекса.
3. Предложить модель вариативной оценки перепозиционирования металлургического комплекса Свердловской области.

Область исследования соответствует п. 1.1.22 «Методология развития бизнес-процессов и бизнес-планирования в электроэнергетике, нефтегазовой, угольной, металлургической, машиностроительной и других отраслях промышленности»; п. 1.1.24 «Тарифная политика в отраслях топливно-энергетического комплекса. Методологические и методические подходы к решению проблем в области экономики, организации и управления отраслями и предприятиями металлургического комплекса» Паспорта ВАК Министерства образования и науки России по специальности 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: промышленность)».

Теоретическую и методологическую базу диссертационного исследования составили научные труды отечественных и зарубежных ученых в

области национальной, отраслевой и региональной экономики, промышленной политики, проблем модернизации и инновационного развития, а также теории долгосрочного технико-экономического развития, теорий единого и нового индустриального общества, теории стадий экономического роста, прикладной эконометрики, теории статистических решений и правил статистического синтеза.

Основными методами исследования являются методы системного, структурно-логического, сравнительного анализа, графико-аналитические методы, инструментарий эконометрического моделирования, включая методы факторного анализа, линейного и нелинейного регрессионного анализа, а также нейросетевое моделирование.

Информационную базу исследования составили законодательные, нормативные документы в области социально-экономического развития региона; развития металлургического производства и минерально-сырьевой базы; методические рекомендации оценки эффективности; данные Федеральной службы государственной статистики и службы государственной статистики по Свердловской области; монографии и журнальные статьи; материалы научных конференций; официальные Интернет-ресурсы; собственные исследования автора.

Основные результаты, полученные автором, их научная новизна:

1. Развита теоретическая основа перепозиционирования базовых отраслей индустриального региона на основе уточнения понятия «перепозиционирование» применительно к металлургическому комплексу региона, обоснования закономерностей и систематизации новых технологических и институциональных трендов развития металлургии, выявления соответствующих им технико-экономических предпосылок развития металлургии, что позволило установить наличие реальных возможностей перепозиционирования металлургического комплекса индустриально развитого региона на принципах Индустрии 4.0 (п 1.1.24. Паспорта специальности ВАК).

2. Разработан методический подход к оценке перепозиционирования регионального металлургического комплекса, включающий реализацию трех последовательных этапов: 1) разработка информационной модели взаимосвязи металлургии с перспективными направлениями научно-технологического развития; 2) обоснование на основе метода главных компонент существенных параметров, оказывающих определяющее влияние на процесс перепозиционирования; 3) оценка на базе нейросетевых алгоритмов изменений данных параметров в условиях высокой скорости технологических изменений и неустойчивой рыночной конъюнктуры. Разработанный подход позволяет создать методическую основу для формирования дорожной карты

перепозиционирования металлургии региона и модели оценки ее реализации (п. 1.1.24 Паспорта специальности ВАК).

3. Разработана модель вариативной оценки перепозиционирования металлургии региона, основанная на технологии искусственных нейронных сетей и позволяющая оценить изменения существенных параметров металлургического комплекса в условиях меняющейся рыночной конъюнктуры. Модель формирует основу для принятия управленческих решений в области поэтапной реализации приоритетных направлений развития региональной металлургии, в том числе на основе построенной дорожной карты, и может быть использована при разработке стратегии развития металлургического комплекса региона (п. 1.1.22 Паспорта специальности ВАК).

Обоснованность и достоверность результатов исследования подтверждается: использованием теоретической, методической, статистической аналитической информации, полученной из достоверных источников; систематизацией работ зарубежных и отечественных исследователей в области развития Индустрии 4.0, развития базовых отраслевой экономики, в частности металлургии; корректным применением современных методов исследования.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в развитии теоретических основ процесса перепозиционирования, что позволило разработать авторский методический подход к оценке процесса перепозиционирования регионального металлургического комплекса, который может быть использован в деятельности региональных органов власти, отраслевых научно-исследовательских институтов и металлургических предприятий при обосновании стратегических решений развития отрасли. Предложенная дорожная карта перепозиционирования регионального металлургического комплекса может быть использована органами законодательной и исполнительной власти при формировании государственных программ и стратегий социально-экономического развития региона. Результаты проведенных исследований вносят вклад в развитие методической базы построения технологии проектирования будущего.

Апробация работы

Основные положения и результаты диссертационного исследования обсуждались на российских и международных научно-практических конференциях (Екатеринбург – 2013, 2015, 2016, гг., Караганда – 2013 г., Челябинск – 2016 г.) и получили одобрение.

Результаты исследований использованы при выполнении программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 12-М-37-2033 (за 2013-2014 гг.) «Формирование нового технологического облика металлургического

комплекса региона»; в программе Президиума РАН № 27 «Фундаментальный базис инновационной технологической добычи, оценки и глубокой комплексной переработки стратегического минерального сырья, необходимого для модернизации экономики России» (2012-2014 гг.); при выполнении бюджетных тем Центром структурной политики региона Института экономики УрО РАН на 2014-2015 годы – «Методология исследования структурных изменений отраслевых рынков в условиях смены технологических укладов», на 2016-2017 годы – «Методология исследования структурных изменений отраслевых рынков в условиях трансформации механизмов управления государственными ресурсами». Значимость результатов научно-исследовательской работы подтверждена справками участия в научных проектах и актами внедрения.

Автор диссертации является победителем конкурса 2014 г. научных проектов молодых ученых и аспирантов Уральского отделения РАН по теме: «Инновационное обновление металлургии Урала как фактор новой индустриализации старопромышленного региона», № 14-7-НП-328. Заложенные в основу диссертационной работы результаты научной деятельности позволили автору выиграть конкурс на получение молодежного гранта РФФИ № 16–36–00097 «Экономико-математическое моделирование процесса перепозиционирования регионального металлургического комплекса в условиях новой индустриализации экономики» (2016-2017 гг.). Цикл работ автора, соответствующих тематике диссертационного исследования, удостоен Премии губернатора Свердловской области для молодых ученых по экономическим наукам в 2017 году.

Публикации. Основные положения и результаты диссертационного исследования отражены в 24 печатных работах общим объемом 20,6 п.л., в том числе авторских 14,6 п.л., из них десять статей в рецензируемых изданиях, определенных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований («Региональная экономика», «Известия ВУЗов, Черная металлургия», «Вестник ЗабГУ», «Экономика и предпринимательство», «Economic and Social Changes»), из них три статьи в журналах, входящих в базу Scopus («Экономика региона», «Steel in translation»), а также два препринта, раздел в коллективной монографии.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы из 212 наименований. Текст изложен на 182 страницах и включает 28 таблиц, 29 рисунков и 17 приложений.

Во **Введении** обоснована актуальность проблемы исследования, определены объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи, научная новизна и практическая значимость работы.

В **первой главе** «Теоретические основы перепозиционирования базовых отраслей промышленности в условиях развития Индустрии 4.0» выявлены новые тренды и уточнены особенности развития металлургии в условиях развития Индустрии 4.0. Уточнено понятие перепозиционирования регионального металлургического комплекса. Обоснованы технико-экономические предпосылки перепозиционирования металлургического комплекса Свердловской области.

Во **второй главе** «Методический подход к оценке перепозиционирования регионального металлургического комплекса» разработаны методические основы выявления перспективных направлений технологического развития металлургии региона. Уточнены особенности методического обоснования существенных параметров перепозиционирования регионального металлургического комплекса. На базе нейросетевых алгоритмов разработан методический аппарат принятия решений в условиях неопределенности.

В **третьей главе** «Вариативная оценка перепозиционирования металлургического комплекса Свердловской области» определены приоритетные направления технологического развития металлургии Среднего Урала. Проведена оценка изменения параметров перепозиционирования регионального металлургического комплекса. Построена модель вариативной оценки перепозиционирования металлургии Свердловской области. На основе полученных данных разработана дорожная карта перепозиционирования металлургического комплекса Свердловской области.

В **Заключении** сформулированы основные выводы и результаты исследования, приведены перспективы дальнейшей разработки темы.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Развита теоретическая основа перепозиционирования базовых отраслей индустриального региона на основе уточнения понятия «перепозиционирование» применительно к металлургическому комплексу региона, обоснования закономерностей и систематизации новых технологических и институциональных трендов развития металлургии, выявления соответствующих им технико-экономических предпосылок развития металлургии, что позволило установить наличие реальных возможностей перепозиционирования металлургического комплекса индустриально развитого региона на принципах Индустрии 4.0.

В процессе выявления особенностей инновационной динамики в мировой индустрии на фоне развития четвертой промышленной революции актуализируется проблема уточнения места базовых отраслей промышленности

в этом процессе. Неопределенность условий и факторов, определяющих работу металлургического комплекса региона в этих условиях, обуславливает необходимость уточнения понятийного аппарата исследования. С целью раскрытия сути процесса перепозиционирования регионального металлургического комплекса в диссертации систематизированы взгляды отечественных экономистов на сущность термина «перепозиционирование», проанализированы недостатки и достоинства рассмотренных подходов. Установленная неоднозначность трактовки понятия и особенностей процесса перепозиционирования повышает актуальность уточнения понятийного аппарата исследования. Характерной особенностью проанализированных определений является создание принципиально нового образа, учитывающего изменение роли технологий в современном производстве, их трансформацию в главный производственный фактор, инновационность, изменение ключевых товарных групп на рынке, а также предъявление качественно новых требований к человеческому капиталу и науке.

Проведенные исследования позволили ввести понятие «перепозиционирование металлургического комплекса региона», под которым понимается *поэтапный процесс взаимообусловленных технологических, социально-экономических, экологических, институциональных и организационных преобразований на инновационной основе, обеспечивающих адаптацию комплекса к условиям Индустрии 4.0 и формирующих его новый образ восприятия.*

Таким образом, перепозиционирование металлургии региона в условиях четвертой промышленной революции выражается изменением позиций на рынке, диверсификацией продукции в плане повышения качества и расширения сортамента металлопродукции, экологичностью, качеством человеческого потенциала, укреплением на традиционных и выходом на новые, высокотехнологичные рынки сбыта.

В диссертации проанализированы современные тренды развития мировой металлургии. Появление новых рынков, темпы их технологического развития и ужесточение условий конкурентной борьбы вынуждают отрасль меняться. Выявлены тренды, определяющие необходимость изменения в перспективе технологического облика металлургии. К таким трендам можно отнести персонализацию производств, учитывающую сокращение цепочки между производителем металла и его потребителем, выстраивание персональной связи между ними. Важную роль в этом играют технологии прямого передела, 3D-печать, мини-металлургия. Кроме того, как полноценный субъект экономической системы, металлургический сектор подвержен системным изменениям, общим для всех участников рынка. Создание в индустриальном

секторе глобальных платформ для цифровой экономики выразится преимущественно цифровизацией критических инфраструктур, тем не менее, положительный эффект ожидается и в металлургическом секторе за счет роста производительности труда, повышения доли квалифицированных трудовых ресурсов, снижения себестоимости продукции.

Такой подход предопределяется принципами четвертой промышленной революции, учитывающей возрастающую роль высокотехнологичных секторов экономики. На этом фоне возрастает значимость учета гибкости стратегических решений. Металлургию целесообразно отождествлять с поставщиком преимущественно высокотехнологичных материалов, что позволяет говорить о меняющейся роли металлургии в отечественной промышленности. Необходимость ускоренного роста экологических инноваций, развития прецизионных технологий, выпуска новых видов стали высокого класса прочности и дополнительных служебных свойств, повышения значимости компетентности трудовых ресурсов являются неотъемлемыми условиями перехода металлургии на новый этап развития. Такой переход сопровождается своеобразным перепозиционированием отрасли, особенности которого во многом определяются условиями не только глобального, национального, но и регионального развития.

Большая часть отмеченных трендов характерна для металлургии Свердловской области, роль которой в структуре промышленности региона значительна (табл. 1).

Таблица 1. Основные показатели, характеризующие работу металлургического комплекса Свердловской области

| Показатель | Год | | | | |
|--|--------|-------|--------|---------|---------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Доля металлургии в структуре промышленности региона | 50,2 | 48 | 52,5 | 53,9 | 48,7 |
| Произведено готовой продукции чёрной металлургии, тыс. тонн | 14403 | 14044 | 13663 | 13566,5 | 13612,9 |
| Инвестиции в основной капитал, млн руб. | 23937 | 23806 | 30169 | 28240,5 | 38518 |
| Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел. | 119,5 | 119,3 | 113,6 | 108,9 | 106,9 |
| Производительность труда, млн руб./чел. | 5,67 | 5,72 | 6,56 | 8,06 | 7,53 |
| Доля выплавки стали в электропечах, % | 48,07 | 47,99 | 48,77 | 48,35 | 49,23 |
| Доля металлопродукции высокого передела, % | 17,25 | 17,41 | 16,59 | 15,28 | 15,05 |
| Объёмы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. т. | 259,1 | 258,4 | 242,8 | 235,2 | 237,6 |
| Вклад в загрязнение поверхностных водных объектов, млн куб. м. | 104,34 | 101,3 | 100,25 | 98,25 | 102 |
| Доля инновационной продукции в металлургии, % | 2,32 | 3,97 | 3,96 | 8 | 9,1 |
| Ресурсоёмкость стального проката, кг/т | 1131,4 | 1125 | 1116,5 | 1129 | 1128,2 |

| | | | | | |
|--|--------|--------|-------|---------|---------|
| Удельная энергоёмкость проката, кг у.т/т (условного топлива) | 690 | 675 | 660 | 707,5 | 670 |
| Затраты на технологические инновации, млн руб. | 8683,1 | 7819,1 | 10812 | 15876,3 | 24095,1 |
| Степень износа основных фондов на конец года, % | 39,7 | 45,6 | 47,6 | 47,1 | 46,7 |
| Объём экспорта металлов и изделий из них, млн долл. США | 4608,7 | 3876,8 | 4266 | 3136,6 | 3236,3 |
| Доля квалифицированных сотрудников в численности занятых, % | 75,9 | 75 | 75,2 | 73,5 | 76,9 |
| Доля высококвалифицированных специалистов в числе квалифицированных сотрудников, % | 28,3 | 34,6 | 32,1 | 32,7 | 32,2 |

В диссертации выявлены технико-экономические предпосылки перепозиционирования металлургии Свердловской области:

1) Современная научно-технологическая база, позволяющая выпускать качественный металл для производств V и VI технологических укладов, созданная в результате масштабной модернизации и реконструкции;

2) Разнообразные минеральные ресурсы, в том числе имеющие комплексный характер и содержащие редкоземельные металлы, локализованные на территории Урала;

3) Развитая система непрерывного образования, в том числе на основе создания корпоративных университетов, что позволяет обеспечить металлургические предприятия квалифицированными кадрами;

4) Внедрение технологических решений, соответствующих требованиям наилучших доступных технологий, «зелёной экономики» и Индустрии 4.0.

Наличие базовых предпосылок позволяет говорить о возможности создания на Среднем Урале мощного сетевого сообщества, обеспечивающего потребности новых высокотехнологичных и модернизированных традиционных секторов промышленности. Определяющим ресурсом такого перепозиционирования является Человек, его креативность и предпринимательская активность. При этом не уменьшается значимость использования таких традиционных ресурсов, как минерально-сырьевые, научно-технологические, производственные, институциональные. Однако кардинально меняются требования к их качеству при значительном внимании к возможностям изменения сочетания используемых ресурсов. Такое сочетание позволяет увеличить «потенциал рекомбинации» и способствует достижению целей четвертой промышленной революции.

2. Разработан методический подход к оценке перепозиционирования регионального металлургического комплекса, включающий реализацию трех последовательных этапов: 1) разработка информационной модели взаимосвязи металлургии с перспективными направлениями научно-технологического развития; 2) обоснование на основе метода главных

компонент существенных параметров, оказывающих определяющее влияние на процесс перепозиционирования; 3) оценка на базе нейросетевых алгоритмов изменений данных параметров в условиях высокой скорости технологических изменений и неустойчивой рыночной конъюнктуры. Разработанный подход позволяет создать методическую основу для формирования дорожной карты перепозиционирования металлургии региона и модели оценки ее реализации.

В диссертации обоснована целесообразность разработки методического подхода к оценке перепозиционирования регионального металлургического комплекса, основанного на выделении и оценке перспективных технологических решений, а также основных стимулирующих развитие отрасли факторов.

В соответствии с предложенным подходом на **первом этапе** выявлены приоритетные направления технологического развития металлургии региона. С этой целью использованы библиометрические методы, что позволило обозначить области знаний, формирующих научный базис металлургии в структуре VI технологического уклада (ТУ) и оценить вклад отечественной и региональной науки в их развитие. В диссертации построена технологическая карта мирового развития научной базы металлургических процессов в условиях формирования VI ТУ, а также установлен вектор научного развития отечественной металлургии. Полученные результаты явились основой выявления научно-технологического потенциала Свердловской области с позиции учета требований наилучших доступных технологий к металлопродукции, в том числе на базе патентного анализа.

Далее проведено согласование выделенных направлений технологического развития металлургии с данными Государственной программы РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»; «Стратегии развития черной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030 года» и проекта «Стратегии развития горно-металлургического комплекса Свердловской области на плановый период до 2020 года и на перспективу до 2030 года». На базе систематизации вышеуказанных документов, анализа инвестиционных проектов в соответствующих отраслях определено изменение структуры внутреннего рынка высокотехнологичной металлопродукции региона на период до 2050 года.

Второй этап. Управление процессом перепозиционирования металлургии региона возможно при установлении основных, характеризующих данный процесс, индикаторов, что позволит соответствующим бизнес-структурам и органам исполнительной власти определить оптимальные методы и

направления стимулирующего воздействия на металлургические предприятия региона. Для определения параметров, характеризующих технологический образ металлургии региона, сформирован перечень показателей, оказывающих существенное влияние на развитие металлургии (табл. 3). Данный перечень составил информационную базу для проведения факторного анализа на базе метода главных компонент.

Таблица 3. Система показателей, оказывающих определяющее влияние на процесс репозиционирования металлургии региона

| Показатель | Единица измерения | Обозначение |
|--|-------------------|-----------------|
| Инвестиции в основной капитал предприятий металлургического комплекса | млрд руб. | X ₁ |
| Внутреннее потребление металлопродукции | млн тонн | X ₂ |
| Опубликовано выданных ранее патентов на изобретения, относящихся к перспективным направлениям | ед. | X ₃ |
| Затраты металлургических предприятий на технологические инновации | млн руб. | X ₄ |
| Курс доллара США по отношению к рублю | руб. | X ₅ |
| Среднегодовые цены на нефть марки Брент на мировом рынке | долл. | X ₆ |
| Объём экспорта металлов и изделий из них предприятиями | тыс. тонн | X ₇ |
| Среднесписочная численность работников, занятых в металлургическом производстве и производстве готовых металлических изделий | тыс. чел | X ₈ |
| Произведено готовой продукции металлургическим комплексом | млн тонн | X ₉ |
| Производительность труда в металлургической отрасли | млн р/чел | X ₁₀ |
| Доля выплавки стали в электропечах | % | X ₁₁ |
| Доля произведённой предприятиями металлопродукции высокого передела | % | X ₁₂ |
| Объёмы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух металлургическими предприятиями | тыс. тонн | X ₁₃ |
| Объём загрязнённых сточных вод металлургией | млн куб. м | X ₁₄ |
| Доля произведённой металлургическими предприятиями инновационной продукции | % | X ₁₅ |
| Ресурсоёмкость стального проката | кг/т | X ₁₆ |
| Доля высокотехнологичной металлопродукции в структуре экспорта | % | X ₁₇ |
| Доля квалифицированных сотрудников в численности занятых в металлургическом комплексе | % | X ₁₈ |
| Степень износа основных фондов на конец года | % | X ₁₉ |

В результате обработки данных построена факторная матрица, назначены собственные значения главных компонент и определена их полезность. При этом первая главная компонента получилась громоздкой и плохо интерпретируемой, вследствие чего проведен дополнительный факторный анализ для совокупности факторов, ее формирующих. Такой подход позволил разбить первую главную компоненту на три, четко интерпретируемые составляющие: $F_{1.1}$, $F_{1.2}$, $F_{1.3}$.

В целях повышения качества факторных моделей применимы методы корреляционно-регрессионного анализа для аппроксимации функций, описывающих изменение параметров репозиционирования металлургии

региона. Обоснована актуальность использования множественной регрессии с пошаговым устранением факторов в нелинейном виде. При апробации подхода в условиях Свердловской области проведена проверка на мультиколлинеарность, по результатам которой из анализа удален показатель x_2 . На основе полученных данных проведен анализ распределения на плоскости счетов полученных главных компонент и построен комплекс нелинейных регрессионных моделей, отражающих зависимость главных компонент от входных переменных в виде полинома второго порядка для $F_{1,2}$; $F_{1,3}$; F_2 ; F_4 и полинома третьего порядка для $F_{1,1}$ (табл. 4).

Таблица 4. Эконометрические зависимости для оценки параметров перепозиционирования металлургии региона

| № | Доля суммарной дисперсии | Главная компонента | Полученные эконометрические зависимости | Проверка гипотезы |
|---|--------------------------|--|---|---|
| 1 | 39,9% | $F_{1,1}$ – реализация инновационного потенциала | $F_{1,1} = -1,68 + 0,052 \cdot x_7^3 + 0,00072 \cdot x_{15}^3$ Внедрение инноваций в процесс производства готовой продукции стимулирует рост экспорта | $R = 0,99255692$ $R^2 = 0,98516924$ $F(2,8) = 265,71$ $p < 0,000001$ |
| 2 | | $F_{1,2}$ – повышение конкурентоспособности | $F_{1,2} = 1,078 - 0,00012 \cdot x_8^2 + 0,0097 \cdot x_{10}^2 + 0,000386 \cdot x_{11}^2$ Повышение объемов выплавки стали в электропечах позволяет экономить на трудовых ресурсах и способствует росту производительности труда | $R = 0,99933170$ $R^2 = 0,99866385$ $F(3,7) = 1744,0$ $p < 0,000003$ |
| 3 | | $F_{1,3}$ – фактор сокращения выбросов и ресурсопотребления в процессе производства | $F_{1,3} = -8,092 + 0,000003 \cdot x_{13}^2 + 0,00004 \cdot x_{14}^2 + 0,00001 \cdot x_{16}^2$ Чистоту отрасли определяет снижение выбросов в атмосферный воздух и сточные воды, а также ресурсоемкость готовой продукции | $R = 0,99979743$ $R^2 = 0,99959489$ $F(3,7) = 5757,5$ $p < 0,000001$ |
| 4 | 16,3% | F_2 – фактор зависимости качественной металлургии от мировой конъюнктуры | $F_2 = -2,9 - 0,00064 \cdot x_5^2 + 0,0114 \cdot x_{12}^2$ Экономическую целесообразность производства металлопродукции высокого передела определяет мировая конъюнктура | $R = 0,98121266$ $R^2 = 0,96277828$ $F(2,8) = 103,46$ $p < 0,000002$ |
| 5 | 15,8% | $F_3 = x_9$ (Произведено готовой продукции металлургическим комплексом Свердловской области, млн тонн) | | |
| 6 | 13,3% | F_4 – фактор стимулирования инновационной деятельности и роста квалификации трудовых ресурсов | $F_4 = -4,83 + 0,00084 \cdot x_1^2 + 0,00212 \cdot x_4^2 + 0,00065 \cdot x_{18}^2$ Рост инвестиций в отрасль позволяет финансировать разработку технологических инноваций и стимулирует привлечение новых квалифицированных и переобучение занятых сотрудников | $R = 0,99134236$ $R^2 = 0,98275967$ $F(3,7) = 133,01$ $p < 0,000001$ |

Результаты анализа подтвердили высокую степень достоверности

аппроксимации (R^2) полученных моделей. Выделенные параметры процесса перепозиционирования учитывают факторы социально-экономического, инновационного, технологического обеспечения и экологической привлекательности металлургии региона.

Третий этап. В диссертации сформирован алгоритм построения модели оценки этапов перепозиционирования металлургии региона, разработанной на базе нейросетевой модели распознавания образов. При этом на основе аппроксимированных математических функций главных компонент оцениваются изменения параметров технологического образа металлургии региона с использованием таблицы прогнозных значений входных переменных. Полученные значения главных компонент, в совокупности с переменными, определяющими удельный вес основных шести сегментов внутреннего рынка металлопродукции, формируют информационную базу для построения нейронных сетей. При этом анализируемые рынки включают: производство судов, летательных и космических аппаратов и пр. транспортных средств; производство автомобилей, прицепов и полуприцепов; производство электрических машин и электрооборудования; производство медицинских изделий, средств измерений, контроля и пр.; строительство зданий и сооружений; транспортирование по трубопроводам газа, нефти и продуктов их переработки. Систематизированные в таблицу прогнозных значений величины соответствуют условиям реализации инновационного сценария Стратегии развития черной металлургии России до 2020 года и на перспективу до 2030 года, а также учитывают ожидаемые изменения качественной структуры внутренних рынков металлопродукции.

В результате обучения отобрана наиболее адекватная сеть, обладающая лучшей производительностью на обучающей, контрольной и тестовой подвыборках – МЛП 12-20-5. В процессе обработки данных через обученную сеть по доверительным уровням сопоставляются исходные значения этапов перепозиционирования, характеризующих изменения образа металлургии, и значения, предсказанные сетью. Затем определяется вероятность принадлежности металлургического комплекса региона по заданным наблюдениям к одному из этапов перепозиционирования (рис. 1).

Точки на поверхности графика (рис. 1) представляют собой значения выходного сигнала сети, а сама поверхность – аппроксимация, созданная сетью. Абсолютное большинство точек распределено по поверхности, что подтверждает высокий уровень доверия принадлежности прогнозного значения, выданного сетью, к конкретным этапам перепозиционирования. Высокая точность полученной модели позволяет с большой степенью вероятности, с позиции заданных условий, оценить возможности

металлургического комплекса региона и идентифицировать (распознать) соответствующий им технологический образ или этап перепозиционирования.

Confidence (2 этап_shape), Confidence (3 этап_shape), Confidence (Образ будущего_shape)
[1.MLP 12-20-5]

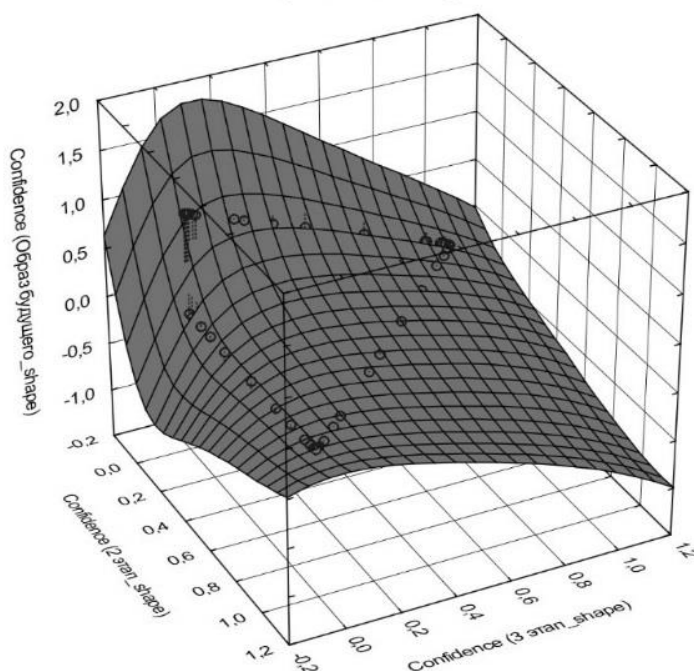


Рисунок 1. График «X-Y-Z» отнесения наблюдений к различным этапам перепозиционирования металлургии региона по доверительным уровням отобранной сети

На основе разработанной нейросетевой модели может быть построена дорожная карта перепозиционирования металлургии региона (рис. 2). Учет моделью наиболее значимых факторов, влияющих на перепозиционирование металлургии региона, дает возможность определить ориентиры для принятия решений в меняющихся социально-экономических и политических условиях.

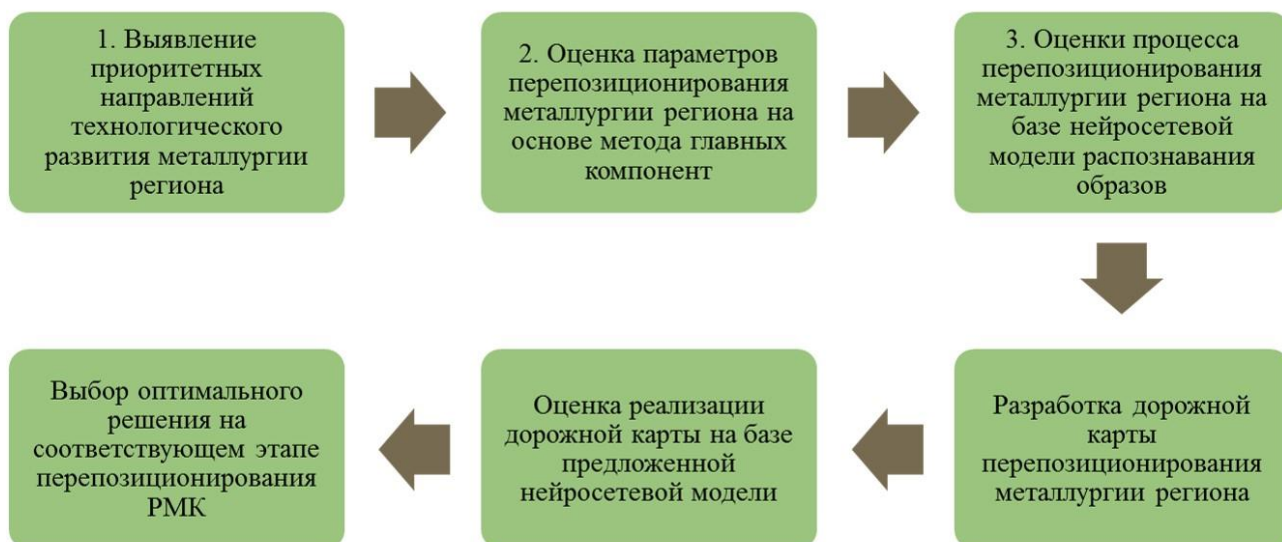


Рисунок 2. Схема методического подхода к оценке перепозиционирования металлургии региона

В диссертации разработаны рекомендации по формированию дорожной карты развития металлургического комплекса региона, учитывающей этапы его перепозиционирования. Особенностью разработанного подхода является учет наиболее значимых факторов, влияющих на перепозиционирование металлургии региона, а также изменение структуры потребительского рынка.

Таким образом, в диссертации разработаны положения, поэтапно реализующие авторский методический подход к оценке перепозиционирования металлургии региона.

3. Разработана модель вариативной оценки перепозиционирования металлургии региона, основанная на технологии искусственных нейронных сетей и позволяющая оценить изменения существенных параметров металлургического комплекса в условиях меняющейся рыночной конъюнктуры. Модель формирует основу для принятия управленческих решений в области поэтапной реализации приоритетных направлений развития региональной металлургии, в том числе на основе построенной дорожной карты, и может быть использована при разработке стратегии развития металлургического комплекса региона.

Предложенная в диссертации нейросетевая модель преобразует совокупность количественных оценок в качественный сигнал через слой скрытых нейронов сети, представляющих собой систему интеллектуальных датчиков. Таким образом, заложенная в нейросетевой модели система искусственного интеллекта дает свою оценку наблюдаемым изменениям технологического образа металлургии через призму загруженных прогнозных данных относительно сопровождающих процесс перепозиционирования изменений. Для решения этой задачи сформирован своего рода эталон для обучения нейронной сети. Моделью оцениваются пропорции ресурсов и условий, необходимых для постепенного достижения этого эталона. Выходной сигнал нейросети результирует возможности комплекса, соответствующие одному из этапов его перепозиционирования.

Используемый подход позволяет обойти основную трудность аналитических задач оценки изменения образа объекта, а именно – невозможность количественного представления такого образа. Для оценки конечного результата применение разработанной нейросетевой модели может рассматриваться в качестве промежуточного индикатора, характеризующего изменения технологического образа металлургии региона по эталону.

Выходной сигнал нейросетевой модели оценки перепозиционирования металлургии региона с определенной долей вероятности может принимать одно из пяти положений: 1) «Традиционный технологический образ»; 2) «1-й этап перепозиционирования»; 3) «2-й этап перепозиционирования»; 4) «3-й этап

перепозиционирования»; 5) «Новый технологический образ металлургического комплекса региона».

Экономическая интерпретация решений системы обуславливается следующими положениями. Традиционный технологический образ определяют черты развития металлургии до настоящего времени за последние двадцать лет. При этом реализация инновационного потенциала продолжает оставаться достаточно низкой (доля инновационной продукции менее 10%), рост экспорта обусловлен преимущественной продукцией низкого передела. Конкурентоспособность комплекса на этом этапе развития невысока: значительное преобладание конвертерной стали, низкие темпы роста производительность труда, а высокая ресурсоемкость и нагрузка на окружающую среду сохраняют представления о металлургии как экологически грязной отрасли. При этом инвестиции в отрасль направлены преимущественно на обновление основных производственных фондов.

Первый этап перепозиционирования определяется началом преобразований в отрасли, стимулом которых выступает развитие высокотехнологичных внутренних рынков. Рост спроса на высокотехнологичную металлопродукцию позволит привлечь в отрасль дополнительные инвестиции и повысить инновационную активность предприятий. Первые справочники по наилучшим доступным технологиям (НДТ), имеющие статус документа по стандартизации, уже вступают в силу, что на законодательном уровне обеспечит в ближайшее время снижение норм по выбросам вредных веществ в атмосферу и сточные воды. В рамках данной проблемы, в соответствии параметру $F_{1,3}$, также будет решена задача ресурсоемкости. Процесс перехода на каждый последующий этап с интервалами не менее пяти лет сопровождается качественным изменением параметров системы.

Второй и третий этапы развивают базовые положения модели. Толчком для перехода на второй этап перепозиционирования металлургии региона может стать реализация программы «Цифровая экономика РФ». Качественное развитие параметров системы имеет комплексный характер и напрямую зависит от динамики темпов развития потребительских рынков. Особую роль в этом процессе играют темпы продвижения передовых технологических решений, направленных на цифровизацию и роботизацию экономики. В металлургической отрасли в рамках Индустрии 4.0 технологическая база учитывает развитие способов переработки сырья для аддитивных технологий и функционал таких технологий в развитии производственных процессов; оснащение печей и оборудования цехов интеллектуальными датчиками, интерфейсами автоматизации и роботизации производства, обеспечивающими

предприятия отрасли преимуществами интернета вещей, облачных сервисов, и способных в разы повысить точность и качество металлопродукции, производительность труда, снизить транзакционные издержки.

Новый технологический образ металлургии региона отражает сложный ментальный образ восприятия металлургии обществом, характеризуемый прогрессивностью ее технологической структуры, высоким уровнем эффективности, наукоемкости, экологичности и организации производства, постоянно развивающимися ключевыми компетенциями персонала, развитым внутренним рынком и высоким экспортным потенциалом высокотехнологичной металлопродукции. В условиях Свердловской области можно говорить о реальных возможностях формирования такого образа металлургии. Сроки его достижения зависят от интенсивности принимаемых мер, отдачи от инвестиций и правильной координации действий законодательных, исполнительных органов власти, бизнеса и общественных структур. Для оценки этапов перепозиционирования металлургии региона целесообразно построение дорожной карты. В рамках принятого подхода разработана дорожная карта перепозиционирования металлургического комплекса Свердловской области до 2050 года, учитывающая поэтапную реализацию выявленных приоритетных направлений технологического развития региональной металлургии (рис. 3).

Приведенная на рисунке 3 дорожная карта отражает изменения, сопровождающие поэтапное перепозиционирование металлургии региона с целью становления современного высокотехнологичного комплекса с высокой производительностью труда, отвечающего требованиям экологичности, энерго- и ресурсосбережения производства. К основным учитываемым рискам относятся изменчивость рыночной конъюнктуры и цен на нефтяные ресурсы и металлы, приток инвестиций в сектор, степень освоения новых технологических решений, темпы развития перспективных потребительских рынков металлопродукции и деловой активности национальной экономики в целом и т.д. Реализуемость дорожной карты предполагает технологические, институциональные, экономические и организационные изменения, характерные для развития металлургического комплекса в условиях четвертой промышленной революции. Средством достижения предложенных параметров перепозиционирования является развитие государственно-частного партнерства в процессе реализации инновационных производств, а также улучшение делового климата для активизации инвестиционной деятельности частного бизнеса.

| Стратегические цели | Текущий период | | 1-ый этап перепозиционирования | | 2-ый этап перепозиционирования | | 3-ый этап перепозиционирования | | Новый технологический образ |
|---------------------|---|--------|---|--|--------------------------------|---------|--------------------------------|---|---|
| | → | → | → | → | → | → | → | → | |
| Рынки* | Суда, летательные и космические аппараты и прочих транспортных средств, % | → 16,8 | → 19,3 | → 23,5 | → 29 | → 33,1 | | | |
| | Производство автомобилей, прицепов и полуприцепов, % | → 16,3 | → 16 | → 14,8 | → 13,3 | → 12 | | | |
| Продукты | Электрические машины и электрооборудование, % | → 6,2 | → 6,7 | → 8,4 | → 12,3 | → 16,4 | | | |
| | Медицинские изделия, средства измерений, контроля, управления и испытаний; оптические приборы и пр., % | → 5,7 | → 5,8 | → 5,9 | → 6,3 | → 7,6 | | | |
| Технологии | Строительство зданий и сооружений, % | → 28,8 | → 28,2 | → 25,1 | → 20,4 | → 15,7 | | | |
| | Трубопроводный транспорт для газа и продуктов его переработки, нефти и нефтепродуктов, % | → 26,3 | → 24 | → 22,3 | → 18,7 | → 15,2 | | | |
| Индикаторы** | сталь аустенитная; монокристаллическая сталь; металлы с теплозащитным покрытием; дешёвые жаропрочные сплавы; огнестойкие стали; демпфирующие материалы (например, сплавы Fe-Al-Si); композиты | | нержавеющие стали | армированные и комбинированные металлы; SMART, адаптивные гибридные металлы; новейшие усовершенствованные высокопрочные стали (AHSS) | | | | | порошкообразные ферросплавы; высокотемпературные и монокристаллические сплавы в порошкообразном виде; специальная антикоррозийная сталь с суперкритической температурой (700oC), устойчивой к атмосферным перепадам |
| | Термообработка; нанесение покрытий; внепечная обработка | | Получение редкоземельных металлов; технологии на основе эффекта памяти формы; технологии прямого передела; технологии безотходного производства; порошковая металлургия | | | | | | Интернет вещей; аддитивные технологии; искусственный интеллект |
| Время | Производительность труда, млн руб./чел. | → 8 | → 9 | → 10,5 | → 13,5 | → 18 | | | |
| | Инвестиции, млрд руб. | → 40 | → 54,5 | → 65,2 | → 83,5 | → 110,1 | | | |
| 2017-2020 | Доля квалифицированных сотрудников в числе занятых, % | → 77,5 | → 82 | → 85 | → 89 | → 96 | | | |
| | Доля инновационной продукции, % | → 9,5 | → 15 | → 24 | → 41 | → 65 | | | |
| 2025 | Доля металлопродукции высокого передела, % | → 16 | → 23 | → 37 | → 51 | → 70 | | | |
| | | | | | | | | | |
| 2030 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 2035 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 2050 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Рисунок 3. Дорожная карта перепозиционирования металлургического комплекса Среднего Урала

Разработанная дорожная карта учитывает сбалансированную модернизацию традиционных и развитие новых высокотехнологичных производств. К приоритетам относится выпуск высокотехнологичной металлопродукции, доля которой в структуре готовой продукции к 2050 году составит 70%. За этот период ожидается выполнение задачи роста качества металлопродукции по комплексу потребительских свойств, в том числе: рост прочностных свойств в два раза, повышение пластичности на 60%, а также увеличение продолжительности срока службы в 2-3 раза. Наличие реальных возможностей по производству металлических порошков позволит к 2050 году создать производственную базу для развития аддитивных технологий. По рейтингу готовности к цифровой экономике металлургия региона будет сопоставима с секторами более высокого уровня технологичности уже к 2024 году. Комплекс мероприятий, обеспечивающих достижение заданных параметров, основан на учете ряда принятых к реализации инвестиционных проектов. Заложенные при построении дорожной карты этапы перепозиционирования металлургии Свердловской области соответствуют логике построения нейросетевой модели оценки перепозиционирования металлургии региона, что говорит об оптимальности её применения.

Дальнейшее эффективное развитие отечественной металлургии в современных условиях возможно только при кардинальных изменениях, предполагающих инновационное развитие отрасли. Изменение восприятия металлургии как грязной отрасли, ее переориентация на выпуск высокотехнологичной, экологичной продукции, отвечающей требованиям НДТ и мировым стандартам качества, а также рост квалификационного состава трудовых ресурсов позволят металлургии Свердловской области позиционироваться как высокотехнологичное, конкурентоспособное производство, соответствующее желаемому образу будущего.

III. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В диссертации уточнен понятийный аппарат исследования: введено понятие перепозиционирования регионального металлургического комплекса. Обоснованы закономерности и систематизированы новые технологические и институциональные тренды развития металлургии, определяющие необходимость ее перепозиционирования. Выявлены технико-экономические предпосылки перепозиционирования металлургического комплекса. Предложен методический междисциплинарный подход к оценке процесса перепозиционирования регионального металлургического комплекса, включающий наукометрические, эконометрические и сценарные методы анализа и прогнозирования.

В рамках апробации предложенного подхода на примере Свердловской области выявлены приоритетные направления технологического развития металлургического комплекса региона, обоснована система показателей, позволяющих оценить параметры его перепозиционирования. Сформирована система существенных параметров для оценки процесса перепозиционирования металлургии региона в условиях четвертой промышленной революции. Разработана дорожная карта, с выделением этапов перепозиционирования металлургического комплекса Свердловской области.

Апробация разработанного методического подхода подтверждает правомерность применения индикаторов, характеризующих параметры перепозиционирования металлургии Урала и меняющейся структуры перспективных рынков металлопродукции. Учет взаимодействия различных параметров создает синергетический эффект, позволяющий отразить качественное изменение функционирования регионального металлургического комплекса. На базе предложенного методического подхода создан алгоритм оценки возможности перепозиционирования металлургического комплекса региона, удовлетворяющий критериям технологической перспективности, социально-экономической эффективности и экологической привлекательности.

Проведенные исследования показали, что существует реальная возможность поэтапного перепозиционирования регионального металлургического комплекса и формирования его нового технологического образа. Обосновано, что поддержанию такого образа будут способствовать: сетевое взаимодействие конкурентоспособных, структурно-сбалансированных производств, металлопродукция которых по комплексу потребительских свойств соответствует мировому уровню или в ряде случаев их превосходит; возможность удовлетворения возрастающих качественных потребностей традиционных отраслей экономики; обеспечение индивидуализированных потребностей в наукоемких товарах и услугах. Перепозиционирование металлургии региона является первым шагом в решении задачи создания качественно новой технологической базы индустрии, имеющей стратегическое значение в условиях четвертой промышленной революции.

IV. ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ

1. Сиротин Д.В. Предпосылки и возможности перепозиционирования металлургии Урала в условиях Индустрии 4.0 / Романова О.А., Сиротин Д.В. // Известия Уральского государственного горного университета. – 2017. – Вып. 4. – С. 100-107. DOI 10.21440/2307-2091-2017-4-100-107 (1 п.л., в т.ч. авт. 0,5 п.л.).

2. Сиротин Д.В. Образ желаемого будущего экономики индустриального региона: тенденции развития и методология оценки /

Романова О.А., Сиротин Д.В. // Экономика региона. – 2017. – № 3. – С. 746-763. (Scopus) (1,4 п.л., в т.ч. авт. 0,7 п.л.).

3. Сиротин Д.В. Анализ пространственной интеграции отраслевых рынков металлопродукции // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2017. – Т. 60. – № 1. – С. 74-79. (Scopus) (0,7 п.л.).

Sirotin D.V. Integration of the markets for metal products // Steel in Translation. – January 2017. – Vol. 47, Issue 1. – P. 32–36. (Scopus) (0,5 п.л.)

4. Сиротин Д.В. Разработка методологического подхода к изменению технологического облика базовой отрасли региона // Журнал экономической теории. – 2016. – № 2. – С. 173-177. (0,45 п.л.)

5. Сиротин Д.В. Новый технологический облик базовых отраслей промышленных регионов РФ / Романова О.А., Сиротин Д.В. // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2015. – № 5. – С. 27-43. (Scopus) (1,1 п.л., в т.ч. авт. 0,55 п.л.).

Sirotin D. V. New Technological Shape of Basic Branches of RF Industrial Regions / Romanova O.A., Sirotin D.V. // Economic and social changes: facts, trends, forecast. – 2015. – No. 5. – P. 27–43. (Scopus) (1,1 п.л., в т.ч. авт. 0,55 п.л.)

6. Сиротин Д.В. Межрегиональная интеграция отраслевых рынков в условиях новой индустриализации // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2014. – № 12. – С. 144-153. (0,5 п.л.)

7. Сиротин Д.В. Новый технологический облик металлургии Урала: экономический аспект / Романова О.А., Сиротин Д.В. // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2014. – № 7. – С. 105-112. (0,5 п.л., в т.ч. авт. 0,25 п.л.)

8. Сиротин Д.В. Выбор приоритетов технологического развития региональной металлургии / Коровин Г.Б., Сиротин Д.В. // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 44. – С. 25-40. (0,9 п.л., в т.ч. авт. 0,45 п.л.).

9. Сиротин Д.В. Теоретические проблемы структуризации транзакционных издержек / Макаров Э.В., Сиротин Д.В. // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 5. – С. 448-451 (0,5 п.л., в т.ч. авт. 0,25 п.л.)

10. Сиротин Д.В. Эффективность применения марганцевых руд в металлургической промышленности Урала / Жучков В.И., Сиротин Д.В. // Экономика региона. – 2013. – № 2. С. 102-105. (Scopus) (0,25 п.л., в т.ч. авт. 0,1 п.л.)

Раздел в монографии

11. Сиротин Д.В. Перепозиционирование металлургического комплекса в процессе новой индустриализации экономики региона // Романова О.А.,

Селиванов Е.Н., Коровин Г.Б. Формирование нового технологического облика металлургического комплекса региона. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2014. – С. 129-149. (12,7 п.л., в т.ч. авт. 1,25 п.л.)

Препринты

12. Сиротин Д.В. Методологический подход к оценке перепозиционирования металлургического комплекса региона: препринт / Романова О.А., Сиротин Д.В. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2017. – 91 с. (5,5 п.л., в т.ч. авт. 2,75 п.л.)

13. Сиротин Д.В. Эффективность повышения качества стали за счет микролегирования. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2013. – 50 с. (3,25 п.л.)

Публикации в научных журналах, сборниках научных трудов и материалов конференций

14. Сиротин Д.В. Развитие рынков металлопродукции в условиях Индустрии 4.0 // Труды X Международной зимней школы по институциональной экономике. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2017. С. 226-230. (0,25 п.л.)

15. Сиротин Д.В. Межрегиональная интеграция отраслевых рынков металлопродукции строительного сортамента // Сборник докладов XI Международной конференции «Российские регионы в фокусе перемен». – Том 1. – Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2016. С. 165-174. (0,5 п.л.)

16. Сиротин Д.В. Оценка экономической эффективности новых технологических решений в металлургии региона // Сборник научных статей XIV Международной научно-практической конференции молодых учёных «Развитие территориальных социально-экономических систем: вопросы теории и практики». Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2016. С. 187-189. (0,3 п.л.)

17. Сиротин Д.В. Выявление существенных факторов для оценки параметров технологического облика металлургии региона // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Технологии прикладной политологии и социологии как инструмент повышения эффективности государственного и муниципального управления» – Челябинск: Челябинский филиал РАНХиГС, 2016. С. 272-279. (0,4 п.л.)

18. Сиротин Д.В. Перепозиционирование металлургического комплекса промышленных регионов РФ // Теория и практика корпоративного менеджмента. 2016. №13. С. 202-207. (0,5 п.л.)

19. Сиротин Д.В. Методологический подход к изменению технологического облика базовой отрасли региона / Труды XIII международной научно-практической конференции молодых ученых по Региональной

экономике. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2015. С. 76-80. (0,35 п.л.).

20. Сиротин Д.В. Экологическая безопасность в условиях инновационного развития металлургии Урала / Романова О.А., Сиротин Д.В. // Экологическая безопасность промышленных регионов: Труды международного экологического конгресса. – Екатеринбург: СОО ОО – МАНЭБ, Институт экономики УрО РАН, УГГУ 2015. С. 247 – 251. (0,25 п.л., в т.ч. авт. 0,1 п.л.).

21. Сиротин Д.В. Техничко-экономическая эффективность микролегирования стали различными ферросплавами / Жучков В.И., Романова О.А., Сиротин Д.В. // Бюллетень «Чёрная металлургия». 2013. №12. С. 64-67. (0,25 п.л., в т.ч. авт. 0,1 п.л.).

22. Сиротин Д.В. Микролегирование стали бором – перспективное направление повышения конкурентоспособности отечественной металлопродукции. / Жучков В.И., Бабенко А.А., Леонтьев Л.И., Селиванов Е.Н., Акбердин А.А., Сычёв А.В., Сиротин Д.В. // Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершённых фундаментальных исследований и НИОКР: Труды научно-практической конференции с международным участием. – Екатеринбург: ИМЕТ УрО РАН. 2013. С. 162 – 165. (0,4 п.л., в т.ч. авт. 0,1 п.л.).

23. Сиротин Д.В. Техничко-экономическая эффективность микролегирования стали различными ферросплавами / Жучков В.И., Романова О.А., Сиротин Д.В. // Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершённых фундаментальных исследований и НИОКР: Труды научно-практической конференции с международным участием. – Екатеринбург: ИМЕТ УрО РАН. 2013. С. 347 – 349. (0,25 п.л., в т.ч. авт. 0,1 п.л.).

24. Сиротин Д.В. Экономический анализ эффективности воздействия ферросплавов на свойства стали. / Романова О.А., Сиротин Д.В. // Проблемы и перспективы развития горно-металлургической отрасли: теория и практика. Материалы международной научно-практической конференции. – Караганда: Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева. 2013. С. 79 – 80. (0,2 п.л., в т.ч. авт. 0,1 п.л.).