

Оригинальная статья

УДК 338

DOI: 10.57070/2304-4497-2025-1(51)-130-138

**ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

© 2025 г. Н. Г. Жданова, Р. А. Садыкина

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

Аннотация. В рамках глобальной повестки актуальным для современного общества становится обеспечение устойчивого развития, которое предполагает создание условий для экономического прогресса и улучшения качества жизни населения. В контексте устойчивого развития регионов Российской Федерации ключевой является концепция, предусматривающая динамичное преобразование, направленное на достижение гармонии между экономическими, социальными и экологическими компонентами. При этом промышленный сектор, являющийся основой российской экономики, играет основополагающую роль в достижении этой цели. В основу исследования положена гипотеза о том, что интеграция передовых экологических, социальных и управленческих практик способна кардинально улучшить устойчивость развития отечественной промышленности. Рассмотрены практические аспекты современных технологий устойчивого развития промышленных предприятий; выявлены «узкие места», тормозящие движение в этом направлении. Проведенный анализ международного опыта устойчивого развития в промышленном секторе позволил выделить лучшие подходы и практики, которые могут быть адаптированы к российским условиям. В рамках исследования были выявлены отечественные лидеры в области реализации экологических и социальных практик, их опыт служит примером и источником ценных рекомендаций. По результатам проведенного научного исследования обозначены ключевые шаги, которые могут быть реализованы предприятиями промышленного сектора для повышения устойчивости и конкурентоспособности. Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что устойчивое развитие российской промышленности является не только важной целью, но и стратегической необходимостью. Оно способно обеспечить долгосрочный экономический рост, социальную стабильность и сохранение окружающей среды. Исследование создает основу для дальнейшего изучения эффективных направлений по обеспечению устойчивости промышленных предприятий России, открывая путь к формированию более устойчивой и конкурентоспособной экономики.

Ключевые слова: устойчивое развитие, технологии устойчивого развития, социальные и экологические практики, промышленность, циркулярная экономика, зеленые технологии

Для цитирования: Жданова Н.Г., Садыкина Р.А. Практические аспекты технологий устойчивого развития промышленных предприятий. *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*. 2025;1(51):130–138. [http://doi.org/10.57070/2304-4497-2025-1\(51\)-130-138](http://doi.org/10.57070/2304-4497-2025-1(51)-130-138)

Original article

**PRACTICAL ASPECTS OF SUSTAINABLE INDUSTRIAL DEVELOPMENT
TECHNOLOGIES**

© 2025 N. G. Zhdanova, R. A. Sadykina

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

Abstract. Within the framework of the global agenda, ensuring sustainable development is becoming relevant for modern society, which involves creating conditions for economic progress and improving the quality of life of the population. In the context of the sustainable development of the regions of the Russian Federation, the key concept is a dynamic transformation aimed at achieving harmony between economic, social and environmental components. At the same time, the industrial sector, which is the backbone of the Russian economy, plays a fundamental role in achieving this goal. The research is based on the hypothesis that the integration of advanced environmental, social and management practices can dramatically improve the sustainability of the development of domestic industry. The practical aspects of modern technologies for the sustainable development of industrial enterprises are considered; the "bottlenecks" that hinder movement in this direction are identified. The analysis of the international experience of sustainable development in the industrial sector has allowed us to identify the best approaches and practices that can be adapted to Russian conditions. The study identified domestic leaders in the field of environmental and social practices, and their experience serves as an example and a source of valuable recommendations. Based on the results of the conducted scientific research, the key steps that can be implemented by enterprises of the industrial sector to increase sustainability and competitiveness are outlined. The results of the study allow us to conclude that the sustainable development of Russian industry is not only an important goal, but also a strategic necessity. It is capable of ensuring long-term economic growth, social stability and environmental conservation. The study creates the basis for further study of effective directions for ensuring the sustainability of Russian industrial enterprises, paving the way for the formation of a more stable and competitive economy.

Keywords: sustainable development, sustainable development technologies, social and environmental practices, industry, circular economy, green technologies

For citation: Zhdanova N.G., Sadykina R.A. Practical aspects of sustainable industrial development technologies. *Bulletin of the Siberian State Industrial University*. 2025;1(51):130–138. [http://doi.org/10.57070/2304-4497-2025-1\(51\)-130-138](http://doi.org/10.57070/2304-4497-2025-1(51)-130-138)

Введение

В контексте глобальных вызовов, связанных с экологическими проблемами, повышением требований к энергоэффективности и усилением социальной ответственности, промышленный сектор России сталкивается с необходимостью осмысления перспектив своего развития.

В современных условиях российская промышленность имеет дело со множеством проблемных аспектов, включая амортизацию производственных мощностей, недостаточную энергоэффективность, значительные объемы эмиссии загрязняющих веществ и отходов производства [1], а также адаптацию к изменившейся геополитической ситуации, подразумевающей развитие стратегий импортозамещения.

В контексте этих вызовов интеграция эффективных методов управления и технологических решений как отечественного, так и международного происхождения может оказать существенное влияние на улучшение текущей ситуации.

Необходимость проведения комплексных мероприятий по техническому переоснащению и инновационному развитию становится очевидной. Разработка и внедрение стратегических рекомендаций может способствовать не только обновлению производственных мощностей, но и укреплению позиций российских предприятий на международном рынке. Это способно сыграть ключевую роль в обеспечении устойчивого развития отечественной промышленности.

Целью настоящей работы является выявление практических аспектов эффективных технологий устойчивого развития предприятий промышленного сектора экономики России.

В настоящей работе ставили следующие задачи исследования:

- оценить «узкие места» современного состояния российской промышленности и ее способность к достижению устойчивости;
- проанализировать международный опыт устойчивого развития промышленного сектора;
- установить отечественных лидеров в области реализации экологических и социальных практик;
- определить направления повышения устойчивости, которые могут быть успешно реализованы промышленными предприятиями России.

Для идентификации факторов, оказывающих негативное воздействие на российскую промышленность, и разработки стратегий их нейтрализации целесообразно обратиться к концепции устойчивого развития [2].

Суть рассматриваемой концепции заключается в применении подхода экономического и социального улучшений, ориентированных на обеспечение текущих нужд без ущерба для способности грядущих поколений обеспечивать собственные требования. Устойчивое развитие включает в себя гармонизацию экономического роста, социального развития и экологической безопасности,

а также учет долгосрочных последствий принимаемых решений и принципов социальной справедливости и равноправия в распределении ресурсов.

Устойчивое развитие стало одним из центральных направлений глобальной повестки. В 2015 г. Организацией Объединенных Наций был принят ряд целей устойчивого развития до 2030 г. [3], охватывающих экономические, экологические и социальные аспекты. Это оказало влияние на формирование новых тенденций во всех сферах человеческой деятельности, в том числе в промышленном секторе. Российская промышленность обладает значительным потенциалом для повышения экологической и экономической эффективности, а также для внедрения инновационных технологий, способствующих достижению целей устойчивого развития.

Для современной российской промышленности характерны определенные «узкие места», обусловленные комплексом факторов, оказывающих как прямое, так и косвенное воздействие на ее развитие. В работе [4] акцентируется внимание на тех аспектах, которые оказывают наиболее негативное влияние на состояние промышленного сектора и его способность к достижению устойчивости (конкурентоспособность, экспортная зависимость добычи сырьевых ресурсов, инвестиции, развитие сектора малого и среднего бизнеса, экология).

Относительно низкий уровень конкурентоспособности российских промышленных предприятий на международной арене коррелируется с применением устаревших производственных технологий, ограниченной инновационной активностью и зависимостью от импорта компонентов и оборудования, что особенно актуально в условиях введения санкционных мер. Зависимость от экспорта сырьевых ресурсов, в частности нефти и газа, ставит российскую промышленность в подчиненное положение относительно колебаний мировых цен на товары, что делает сектор уязвимым в условиях глобальных изменений. Вместе с тем такая зависимость ограничивает диверсификацию экономического развития, что может привести к упущению потенциала развития других отраслей, включая производство высокотехнологичной продукции и услуг. Для решения рассматриваемых проблем необходимо разработать и внедрить стратегии, направленные на диверсификацию экономики и снижение зависимости от добычи природных ресурсов, что позволит стимулировать развитие других секторов экономики.

Недостаток инвестиций (в том числе внутренних) в развитие и модернизацию производственных мощностей ограничивает возможности внедрения передовых технологий, повышения производитель-

ности труда и качества продукции, что является существенным препятствием для промышленного роста. Недостаточное развитие сектора малого и среднего бизнеса, который мог бы стимулировать экономический рост и создание новых рабочих мест, связано с проблемами доступа к финансовым ресурсам, высокой степенью бюрократизации и недостаточной поддержкой со стороны государственных институтов, что приводит к неравномерному распределению промышленного потенциала по регионам страны.

Промышленный сектор России сталкивается с экологическими вызовами, включая загрязнение окружающей среды и недостаточное соблюдение экологических норм. Эти факторы могут иметь негативное воздействие на здоровье населения, состояние природной среды и замедлить инновационное развитие промышленных предприятий. Недостаточно развитая «зеленая» экономика приводит к неэффективному использованию ресурсов, ухудшению экологической ситуации и снижению возможностей для устойчивого развития. Необходимость разработки и реализации новых стратегий и подходов, направленных на повышение энергоэффективности, сокращение выбросов и отходов, а также на более широкое внедрение инновационных методов (создание промышленных симбиозов и инновационных экосистем) является актуальной задачей для достижения целей устойчивого развития.

Следует подчеркнуть, что динамика состояния промышленного комплекса Российской Федерации подвержена временным колебаниям и обусловлена комплексом факторов, включая экономическую стратегию государственного управления, глобальные экономические тенденции и трансформации в сфере международной торговли.

Адаптация и интеграция принципов устойчивого развития в промышленный сектор на текущем этапе может быть достигнута не только через разработку и реализацию новых законодательных инициатив или освоение передовых технологий, но и путем эффективного использования накопленного опыта (как внутри страны, так и за ее пределами). Многоаспектный подход к преодолению существующих вызовов может стать важнейшим фактором в обеспечении устойчивости и усилении конкурентных преимуществ промышленных предприятий как на международной арене, так и на внутреннем рынке.

Ключевые направления устойчивого развития промышленного сектора России

Анализ международного опыта в сфере устойчивого развития промышленного сектора [5 – 11]

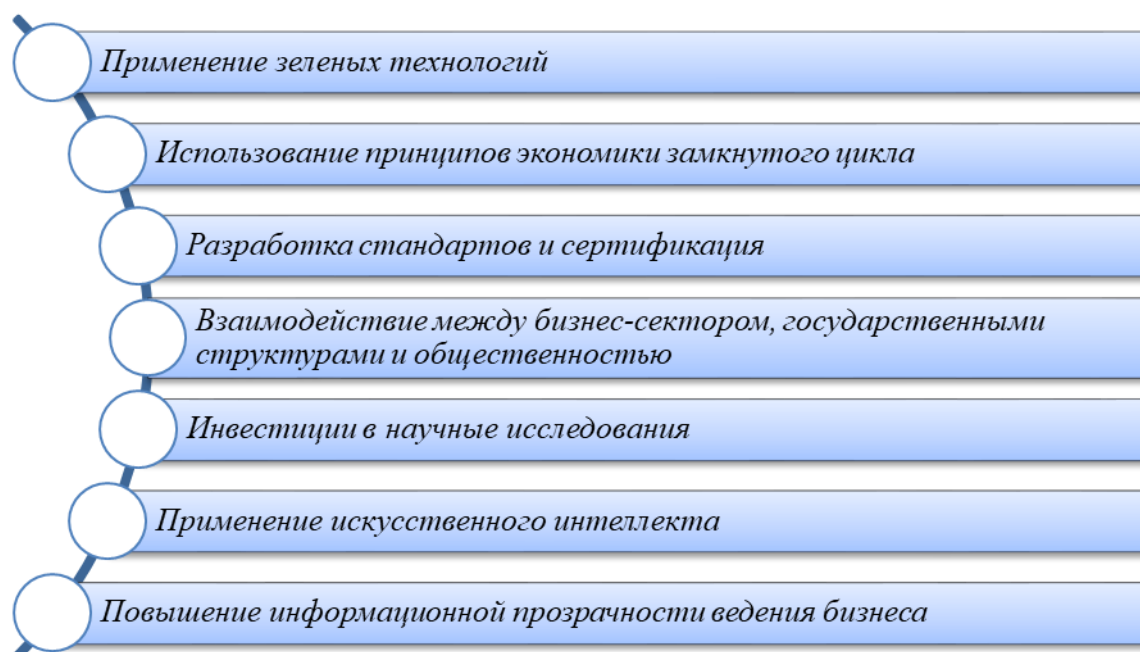


Рис. 1. Ключевые направления устойчивого развития промышленного сектора России

Fig. 1. Key areas of sustainable development of the Russian industrial sector

позволяет выделить ряд эффективных направлений, которые могут быть успешно реализованы в России (рис. 1).

Принципы зеленой экономики направлены на устойчивое развитие общества через эффективное использование природных ресурсов, минимизацию экологического ущерба и внедрение инновационных технологий. Это помогает снизить нагрузку на экосистемы, улучшить качество жизни людей и создать условия для долгосрочного экономического роста.

Переход к циркулярной экономике, которая предполагает многократное использование и переработку материалов и ресурсов, позволяет значительно сократить потребление природных ресурсов и уменьшить количество мусора.

Разработка стандартов и последующая сертификация для промышленных предприятий способствует соблюдению экологических и социальных норм, что оказывает положительное воздействие на качество продукции и способствует укреплению репутации предприятий.

Сотрудничество между ключевыми участниками экономической деятельности обеспечивает разработку и реализацию эффективных программ, учитывающих интересы всех сторон, что способствует гармонизации их взаимодействия.

Вложения в научные разработки играют основополагающую роль в создании инновационных технологий и методов, которые делают производственные процессы более экологичными и устойчивыми. Благодаря этим технологиям, предприятия могут эффективно использовать ресурсы, ми-

нимизируя негативное воздействие на окружающую среду на всех этапах (от добычи сырья до утилизации готовой продукции).

В современном мире искусственный интеллект становится незаменимым инструментом, глубоко проникая в производственные процессы для достижения максимальной эффективности и снижения затрат. Его применение охватывает широкий спектр задач: от оптимизации производственных линий и прогнозирования технического обслуживания оборудования до обеспечения высокого качества выпускаемой продукции. Экономия достигается за счет минимизации простоев, предотвращения брака, а также оптимизации потребления ресурсов (энергии, материалов и человеческого труда).

Примеры успешных зарубежных практик в области устойчивого развития промышленности могут быть адаптированы и внедрены в России для повышения уровня устойчивости отечественных промышленных предприятий. Комплексное применение таких практик может ускорить процесс повышения конкурентоспособности российских производителей.

Стоит отметить распространенную среди крупных мировых промышленных компаний практику публикации экологических отчетов, демонстрирующих их приверженность принципам устойчивого развития. Компании Канады, Финляндии, Германии, Швеции, США и Японии являются лидерами в раскрытии информации не только об экологическом состоянии внутри производства, но и о его воздействии на окружающую среду [12].

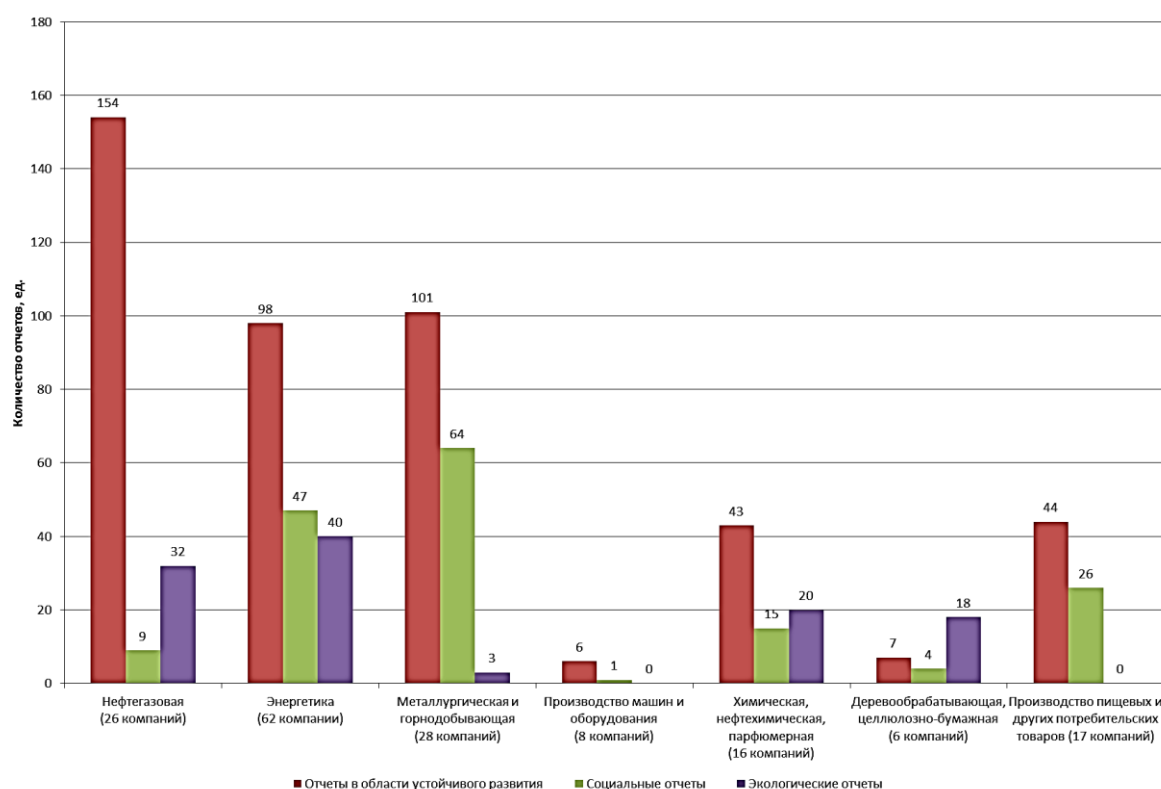


Рис. 2. Распределение корпоративных нефинансовых отчетов промышленной отрасли России за период с 2001 по 2023 гг. [13]
Fig. 2. Distribution of corporate non-financial reports of the Russian industrial sector for the period from 2001 to 2023 [13]

В российской практике экологические отчеты пока являются наименее распространенными: из 1669 нефинансовых отчетов, зарегистрированных в Национальном Регистре (296 компаний) за период с 2001 по 2023 гг. представлено 121 экологический отчет, социальных отчетов – 393, отчетов в области устойчивого развития – 695, интегрированных отчетов – 460 [13].

Распределение нефинансовых отчетов промышленных российских компаний по видовому составу и отраслям промышленной сферы представлено на рис. 2. Лидирующие позиции занимает нефтегазовая (27 %), металлургическая и горнодобывающая отрасли (23 %), а также энергетика (25 %).

Проведенный анализ данных библиотеки корпоративных нефинансовых отчетов по состоянию на март 2025 г. позволил выявить, что из 150 представленных в реестре промышленных компаний публикуют свою нефинансовую отчетность на регулярной основе за период 2020 – 2023 гг. (сроки публикации отчетности за 2024 г. еще не наступили) только 39 предприятий (26 %). При этом 21 компания формирует отчеты в области устойчивого развития, 14 – составляют интегрированные отчеты, 4 – экологические. Социальные отчеты представлены лишь производственной компаний ООО «Нестле Россия» в 2020 и 2021 гг. (см. таблицу).

Эффективные практики лидеров российской промышленности в области устойчивого развития

В настоящее время флагами отечественной промышленности, которые осуществляют интеграцию принципов устойчивого развития в свою производственную деятельность, можно назвать следующие предприятия: ПАО «ГМК «Норильский никель», ПАО «Газпром нефть», ПАО «ОК «РУСАЛ».

Одним из лидеров мировой индустрии по производству никеля и палладия является ПАО «ГМК «Норильский никель». Компания реализует мероприятия, направленные на минимизацию эмиссий загрязняющих веществ в атмосферу и повышение экологической эффективности производственных процессов. Инвестиции направляются на внедрение передовых технологий по очистке газовых выбросов и систем водоочистки, а также на разработку и реализацию энергоэффективных решений.

Одним из лидеров российской нефтяной индустрии является ПАО «Газпром нефть». Компания осуществляет комплекс мероприятий по снижению эмиссий парниковых газов и оптимизации энергетического потребления. В рамках стратегии устойчивого развития компания внедряет инновационные технологии, в том числе использование солнечной энергии для энергетического обеспечения своих объектов, а также проводит

Состав российских промышленных компаний, публикующих свою нефинансовую отчетность на регулярной основе за период 2020 – 2023 гг.

Composition of Russian industrial companies that publish their non-financial statements on a regular basis for the period 2020 – 2023

Вид отчетов	Компании промышленного сектора
Отчеты в области устойчивого развития	ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «НК «Роснефть», ООО «Сахалинская Энергия», ПАО «НОВАТЭК», ПАО «ЯТЭК», ПАО «Газпром», Инжиниринговый дивизион Госкорпорации «Росатом», ПАО «Россети», ПАО «ЭЛС-Энерго», Госкорпорация «Росатом», ООО УК «Металлоинвест», ПАО «ГМК «Норильский никель», ПАО «Северсталь», ООО «ЕВРАЗ», ОК «РУСАЛ», ПАО «Полус», ПАО АК «АЛРОСА», АО «ОМК», ПАО «Уралкалий», ООО «Свеза»
Социальные отчеты	–
Экологические отчеты	ПАО «Сургутнефтегаз», АО «ГНЦ НИИАР», АО «СХК», АО «Уральский электрохимический комбинат»
Интегрированные отчеты	ПАО «Татнефть», ПАО «ЯТЭК», ПАО «Россети Северо-Запад», ПАО «Россети Московский регион», ПАО «РусГидро», ПАО «Россети Сибирь», Госкорпорация «Росатом», ПАО «Россети Центр и Приволжье», ПАО «Россети Центр», ПАО «ИНТЕР ПАО ЕЭС», ПАО «Юнипро», АО «Сетевая компания», ПАО «Полиметалл», ПАО «ФосАгро», ПАО «СИБУР-Холдинг», Segezha Group
Примечание. Составлено по данным Российского союза промышленников и предпринимателей [13].	

оптимизацию производственных процессов с целью уменьшения объема отходов.

ПАО «ОК «РУСАЛ» занимает одну из ведущих позиций на мировом рынке алюминия, активно работает над сокращением эмиссий парниковых газов и повышением энергоэффективности производственных процессов. Компания инвестирует в проекты, связанные с использованием возобновляемых источников энергии (в частности гидроэнергетики), и разрабатывает инновационные технологии для переработки и утилизации отходов. Кроме этого, ПАО «ОК «РУСАЛ» реализует множество благотворительных программ посредством корпоративного благотворительного фонда. В управлении фонда находятся следующие проекты: «Устойчивые города РУСАЛА», «Помогать просто», «Школа городских изменений». Они направлены на развитие потенциала местных сообществ (социальной инфраструктуры и городской среды), вовлечение местного населения в волонтерство и обучение будущих лидеров городских изменений передовым социальным технологиям.

По данным Национального рейтингового агентства по итогам 2023 г. примерами лучших экологических практик названы проекты, реализуемые на ПАО «НЛМК», ГК «Дело», ПАО «КАМАЗ» [14].

В ПАО «НЛМК» разработана система мер по снижению воздействия на водные ресурсы, которая включает создание замкнутых водооборотных циклов на предприятиях и обратное водоснабжение. Внедрены технологии очистки и подготовки воды.

ГК «Дело» реализует мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности, использует электрическое крановое оборудование для улучшения операционной эффективности и снижения выбросов; развивает использование солнечной энергии.

ПАО «КАМАЗ» реализует инициативы по снижению выбросов парниковых газов путем замены системы освещения на светодиодную, оптимизации работы компрессорного оборудования. Кроме того, на предприятии осуществляется разработка конструкторской документации для двигателей, а также их испытание, проводится контроль над отработанными газами автотранспорта, используется электротранспорт.

Лидерами в области социальных практик являются холдинг ЭН+, ПАО «ОК «РУСАЛ», ОАО «КРАСЦВЕТМЕТ».

С целью соблюдения прав человека в холдинге ЭН+ разработана Политика многообразия и равных возможностей для сотрудников и кандидатов на всех этапах осуществления трудовой деятельности. Компания регулярно проводит оценку рисков, связанных с правами человека, и включает их в систему управления рисками.

Основу социальной политики ОАО «КРАСЦВЕТМЕТ» составляет программа «Мои бонусы». Она включает компенсации и выплаты социального характера, предоставляемые сотрудникам, по девяти программам. Согласно отчету охват сотрудников, пользующихся социальным пакетом, составляет 95 % [14].

Отдельного внимания заслуживает положительный опыт внедрения крупными промышленными компаниями технологий искусственного интеллекта в свои процессы [15]. Цифровая система управления атомной отраслью «Навигатор», разработанная специалистами госкорпорации «Росатом», помогает в обеспечении повышения скорости и качества принятия управленческих решений руководителями всех уровней. Функцио-

нал «Навигатора» включает в себя не только голосовое распознавание и протоколирование совещаний, но и глубокую интеграцию с первичными источниками данных. Система автоматически собирает, визуализирует и проверяет информацию из различных источников, обеспечивая ее систематизацию, хранение и дальнейший анализ. Важно отметить, что «Навигатор» способен к кросс-верификации данных, исключая возможные неточности и погрешности. Система выполняет сложные аналитические задачи, включая предиктивную аналитику. На основе собранной информации «Навигатор» создает детальные «портреты отрасли», охватывающие кадровые, финансовые и производственные аспекты, что позволяет руководству компании принимать компетентные решения на стратегическом уровне.

На промышленной площадке Магнитогорского метизно-калибровочного завода «ММК-МЕТИЗ» успешно испытали беспилотное транспортное средство автомобильного завода «Урал» для доставки грузов между производственными переделами и в транспортно-логистические центры. Машины, оснащенные системами автономного управления, эффективно решают задачи доставки грузов даже в сложных условиях (низкие температуры, плохая видимость и сложный рельеф местности).

«Газпром нефть – смазочные материалы» (оператор бизнеса масел «Газпром нефть») запустил первую в России цифровую систему «Алхимик», направленную на создание многокомпонентных рецептур моторных масел с помощью искусственного интеллекта. Эта система сокращает время между разработкой и началом массового производства новых товаров с шести месяцев до одного – двух.

ПАО «Газпром нефть» перешло к перевозке грузов в Арктике беспилотным автотранспортом. Их применение на северных месторождениях значительно повышает эффективность логистики, увеличивая объемы поставок необходимого оборудования и материалов. Этот фактор играет критическую роль в успешной реализации промышленных проектов в суровых климатических условиях.

ПАО «Северсталь» внедрило собственную разработку по управлению темпом прокатки и выдачей слэбов из печей на основе моделей машинного обучения. Программный комплекс «Автотемп 2.0» позволяет анализировать табличные неоднородные данные и с высокой точностью вычислять время прокатки металла в стане, увеличивая производительность.

Объединенная двигателестроительная корпорация «Ростех» внедрила новый способ люминесцентного контроля качества деталей авиационных двигателей с применением машинного зрения и нейросетевых технологий. Он обеспечивает высокоточную

инспекцию изделий, выполняет полный цикл обработки изображений, включая съемку всех поверхностей детали, поиск дефектов любого типа и размера, расчет их геометрических характеристик, классификацию дефектов и окончательное определение годности изделия в соответствии с установленными нормативными документами. Применение такого метода значительно повышает точность и достоверность результатов контроля качества, минимизируя риск выпуска бракованной продукции.

Один из примеров применения искусственного интеллекта в металлургии является интеллектуальная система управления флотаторами на обогатительной фабрике в г. Норильск. Основанная на сложной математической модели она автоматически определяет оптимальные режимы работы флотационных машин, позволяя достичь максимальной эффективности обогащения руды и снизить энергопотребление. Математическая модель учитывает множество параметров (состав руды, температуру, реагенты и другие факторы), обеспечивая динамическую оптимизацию производственного процесса в реальном времени. Использование искусственного интеллекта позволяет добиться значительного повышения производительности и снижения издержек на всех этапах производственного цикла.

Это наглядные примеры российских промышленных предприятий, осуществляющих интеграцию принципов устойчивого развития в свою производственную деятельность. Применение рассматриваемых принципов лидерами отрасли способствует осознанию значимости устойчивого развития среди прочих компаний и их переходу к внедрению соответствующих практик и технологий.

Важно отметить, что в условиях санкций и цифровой трансформации искусственный интеллект в промышленности России становится ключевым инструментом для оптимизации производства, логистики и управления.

В качестве основных направлений искусственного интеллекта [16], которые внедряют российские промышленные компании, можно выделить следующие:

- предиктивную аналитику (прогнозирование поломок);
- роботизацию производства (коллаборативные роботы);
- контроль качества через компьютерное зрение;
- цифровые двойники заводов;
- логистика и цепочки поставок;
- энергоэффективность и снижение выбросов;
- кибербезопасность промышленных систем.

Выводы

Концепция устойчивого развития предполагает нахождение сбалансированного взаимодействия

между экологическими, социальными и экономическими факторами. В рамках рассматриваемой концепции устойчивое развитие не ограничивается исключительно экономическим прогрессом, оно также включает в себя аспекты социальной справедливости и экологической устойчивости, направленные на повышение качества жизни населения и предотвращение экологической деградации. Поэтому индикаторы, разработанные для оценки устойчивого развития, должны объединять показатели, которые демонстрируют текущее состояние и изменения в экономической, социальной и экологической областях.

Для повышения устойчивости и конкурентоспособности промышленного сектора экономики Российской Федерации могут быть реализованы следующие ключевые шаги: глубокая интеграция энергоэффективных технологий, активное продвижение циркулярной экономики, образование и развитие кадров, тесное взаимодействие с государственными и некоммерческими организациями, повышение прозрачности и открытости действий в области устойчивого развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитический центр при правительстве Российской Федерации. Экология и экономика: тенденция к декарбонизации. *Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики*. 2020;66:18. URL: <https://ac.gov.ru/publications> (дата обращения: 13.01.2025)
2. The Rio Declaration on Environment and Development. In: *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. 1992.151/26(I):3–7.
3. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 г. № 70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». URL: <https://base.garant.ru/407358666> (дата обращения: 13.01.2025)
4. Гераськина А.А., Серая Д.Ф. Перспективы устойчивого развития российской промышленности: анализ и рекомендации. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2023;13(9A):63–70.
5. Kuo T.C., Smith S. A systematic review of technologies involving eco-innovation for enterprises moving towards sustainability. *Journal of Cleaner Production*. 2018;192:207–220. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.212>
6. Jabbour C.J.C. et al. Digitally-enabled sustainable supply chains in the 21st century: A review and a research agenda. *The Science of The Total Environment*. 2020;725:138177. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138177>
7. Rosa P. et al. Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*. 2019;58(6). <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>
8. Machado C.G. et al. Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda. *International Journal of Production Research*. 2019;58(2). <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777>
9. Ribeiro I. et al. Framework for Life Cycle Sustainability Assessment of Additive Manufacturing. *Sustainability*. 2020;12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030929>
10. Asimwe M.M., Kock I.H. An Analysis of the Extent to Which Industry 4.0 has been Considered in Sustainability or Socio-technical Transitions. *South African Journal of Industrial Engineering*. 2019;30(3):41–51. <https://doi.org/10.7166/30-3-2245>
11. Tirabeni L. et al. How Can Organisations and Business Models Lead to a More Sustainable Society? A Framework from a Systematic Review of the Industry 4.0. *Sustainability*. 2019;11(22). <https://doi.org/10.3390/su11226363>
12. Тумин В.М., Костромин П.А., Вихрова А.С. За рубежом и отечественная практика управления устойчивым развитием промышленных предприятий на основе повышения информационной прозрачности ведения. *Российский технологический журнал*. 2016;1:71–85.
13. Национальный Регистр корпоративных нефинансовых отчетов. URL: https://rspp.ru/sustainable_development/registr (дата обращения: 24.01.2025)
14. ESG-рэнкинг Российских компаний промышленного сектора. *Национальное рейтинговое агентство*. URL: <https://www.ranational.ru/rankings?jsf=jet-engine&tax=metka-renkingi:1532> (дата обращения: 25.01.2025)
15. Опыт применения ИИ в промышленности в 2023 году. Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации. URL: https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2023_opyt_primeneniya_ii_v_promyshlennosti_v_2023_godu_ncrii (дата обращения: 27.01.2025)
16. Нейронные сети в промышленном производстве. URL: <https://upperator.ru/industry> (дата обращения: 27.01.2025)

REFERENCES

1. Analytical Center under the Government of the Russian Federation. Ecology and economics: the trend towards decarbonization. *Byulleten' o*

- tekushchikh tendentsiyakh rossiiskoi ekonomiki*. 2020;66:18. (In Russ.). (accessed: 13.01.2025)
2. The Rio Declaration on Environment and Development. In: *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. 1992.151/26(I):3–7.
3. UN General Assembly Resolution No. 70/1 dated September 25, 2015, "Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development". URL: <https://base.garant.ru/407358666> (accessed: 13.01.2025) (In Russ.).
4. Geras'kina A.A., Seraya D.F. Prospects of sustainable development of the Russian industry: analysis and recommendations. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2023;13(9A):63–70. (In Russ.).
5. Kuo T.C., Smith S. A systematic review of technologies involving eco-innovation for enterprises moving towards sustainability. *Journal of Cleaner Production*. 2018;192:207–220. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.212>
6. Jabbour C.J.C. et al. Digitally-enabled sustainable supply chains in the 21st century: A review and a research agenda. *The Science of The Total Environment*. 2020;725:138177. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138177>
7. Rosa P. et al. Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*. 2019;58(6). <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896>
8. Machado C.G. et al. Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda. *International Journal of Production Research*. 2019;58(2). <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777>
9. Ribeiro I. et al. Framework for Life Cycle Sustainability Assessment of Additive Manufacturing. *Sustainability*. 2020;12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030929>
10. Asiimwe M.M., Kock I.H. An Analysis of the Extent to Which Industry 4.0 has been Considered in Sustainability or Socio-technical Transitions. *South African Journal of Industrial Engineering*. 2019;30(3):41–51. <https://doi.org/10.7166/30-3-2245>
11. Tirabeni L. et al. How Can Organisations and Business Models Lead to a More Sustainable Society? A Framework from a Systematic Review of the Industry 4.0. *Sustainability*. 2019;11(22). <https://doi.org/10.3390/su11226363>
12. Tumin V.M., Kostromin P.A., Vikhrova A.S. Foreign and domestic practice of managing the sustainable development of industrial enterprises based on increasing information transparency. *Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal*. 2016;1:71–85. (In Russ.).
13. National Register of Corporate Non-Financial Reports. URL: https://rspp.ru/sustainable_development/registr (accessed: 24.01.2025) (In Russ.).
14. ESG-ranking of Russian companies in the industrial sector. *Natsional'noe reitingovoe agentstvo*. URL: <https://www.ra-national.ru/rankings?jsf=jet-engine&tax=metka-renkingi:1532> (accessed: 25.01.2025) (In Russ.).
15. Experience of AI application in industry in 2023. National Center for the Development of Artificial Intelligence under the Government of the Russian Federation. URL: https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2023_opyt_prime-neniya_ii_v_promyshlennosti_v_2023_godu_ncrrii (accessed: 27.01.2025) (In Russ.).
16. Neural networks in industrial production. URL: <https://upperator.ru/industry> (accessed: 27.01.2025) (In Russ.).

Сведения об авторах

Наталья Геннадьевна Жданова, старший преподаватель кафедры экономики и устойчивого развития бизнеса, Сибирский государственный индустриальный университет

E-mail: NZhdanova-82@mail.ru

ORCID: 0009-0001-4722-2511

SPIN-код: 8545-8887

Раиса Андреевна Садыкина, преподаватель кафедры экономики и устойчивого развития бизнеса, Сибирский государственный индустриальный университет

E-mail: sadykina_sibsiu@mail.ru

ORCID: 0009-0008-8846-8076

SPIN-код: 5254-5636

Information about the authors:

Natalia G. Zhdanova, Senior Lecturer at the Department of Economics and Sustainable Business Development, Siberian State Industrial University

E-mail: NZhdanova-82@mail.ru

ORCID: 0009-0001-4722-2511

SPIN-код: 8545-8887

Raisa A. Sadykina, Lecturer at the Department of Economics and Sustainable Business Development, Siberian State Industrial University

E-mail: sadykina_sibsiu@mail.ru

ORCID: 0009-0008-8846-8076

SPIN-код: 5254-5636

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Поступила в редакцию 17.02.2025

После доработки 25.02.2025

Принята к публикации 03.03.2025

Received 17.02.2025

Revised 25.02.2025

Accepted 03.03.2025